



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

KAUKO-OHJATUN ILMA-ALUKSEN KÄYTTÖ BETONIRAKENTEISEN ASUINKERROSTA- LON KUNTOTUTKIMUKSEN APUNA

Mika Kalliomäki

Opinnäytetyö
Toukokuu 2017
Rakennustekniikka
Talonrakennustekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka
Talonrakennustekniikka

KALLIOMÄKI MIKA:

Kauko-ohjatun ilma-aluksen käyttö betonirakenteisen asuinkerrostalon kuntotutkimuksen apuna

Opinnäytetyö 63 sivua, joista liitteitä 31 sivua
Toukokuu 2017

Opinnäytetyö tehtiin A-Insinöörit Suunnittelu Oy:n tilauksesta. Opinnäytetyön taustalla oli yritykselle hankittu kauko-ohjattava ilma-alus, jonka käyttömahdollisuuksia haluttiin kartoittaa. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia kauko-ohjatun ilma-aluksen käyttömahdollisuuksia kuntotutkimustoiminnassa. Käyttömahdollisuuksia arvioitiin tähänastisten työpaikalla saatujen kokemusten perusteella, sekä esimerkkikuntotutkimuskohteen avulla. Opinnäytetyön tekijä on töissä A-Insinöörit Suunnittelu Oy:llä.

Kenttätutkimuksen perusteella ilma-aluksella on mahdollista havaita julkisivuissa esiintyviä näkyviä korroosiovaurioita ja pakkasrapautumisen aiheuttamia halkeamia. Ilma-aluksen käyttöön liittyy kuitenkin myös haasteita. Suurimmaksi haasteeksi muodostui kuvaushetkellä ollut huono säätila, joka heikensi sekä videokuvan laatua, että ilma-aluksen turvallista käyttöä. Vallinneista sääoloista huolimatta ilma-aluksen videokuvan laatu oli odotettua parempi. Videokuvasta oli mahdollista tehdä tarkkoja havaintoja rakennuksen julkisivusta. Ilma-aluksen suurin etu kohteella oli, että sillä pääsi kuvaamaan julkisivulle, jota ei nostolava-autolla voitu tutkia.

Pohdintaosiossa mietitään esimerkkikuvaukseen perustuen yleisellä tasolla ilma-aluksen käytön hyötyjä ja ongelmia. Ilma-alus on erityisen hyödyllinen kohteissa, joiden ympäristö on vaikeakulkuinen, eikä nostimella ole mahdollista päästä kaikille rakennuksen julkisivuille tai ylipäätään koko kohteelle. Ilma-alus soveltuu erinomaisesti laaja-alaisille kohteille, joiden silmämääräisessä tutkimisessa kuluisi muuten kohtuuttoman paljon aikaa. Eniten ongelmia kaupunkialueella aiheuttaa tuulinen sää, joka ahtailla julkisivuilla vaikeuttaa ilma-aluksen hallittua laskeutumista. Opinnäytetyön lopussa pohditaan kauko-ohjattujen ilma-alusten käyttömahdollisuuksia tulevaisuudessa.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Building Construction

MIKA KALLIOMÄKI:

Use of a Remote-Controlled Aircraft to Assist in the Condition Investigation of Concrete Structures

Bachelor's thesis 63 pages, appendices 31 pages
May 2017

This thesis was made at the request of A-Insinöörit Suunnittelu Oy. The purpose of the thesis was to study usage possibilities of a remote-controlled aircraft in condition investigations. The potential for usage was evaluated based on the experiences so far, and by an example condition investigation. The author of the thesis works at A-Insinöörit Suunnittelu Oy.

Based on the field study, it is possible for aircraft to detect visible corrosion damages and frost-induced cracks in the facades. The most significant challenge while using the aircraft was poor weather conditions during the flying and the shooting. The video quality was lowered by the rain and the safe use of the aircraft was complicated by the wind. Despite of the prevailing weather conditions, the video quality of the aircraft was better than expected. The greatest advantage for the aircraft was that it could videotape a façade that could not be investigated with truck-mounted aerial platform.

The remote-controlled aircraft is particularly useful in areas with difficult environment. The aircraft is also excellent in investigations of properties with wide area. At the end of the thesis there are some thoughts about use of remote-controlled aircrafts in the future.

Key words: remote-controlled aircraft, condition investigation, concrete structure

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Työn tausta.....	6
1.2	Työn tavoitteet	6
1.3	Työn rajausta	6
2	YLEISTIETOA KAUKO-OHJATTAVASTA ILMA-ALUKSESTA JA SEN KÄYTÖSTÄ	7
2.1	Mikä on kauko-ohjattu ilma-alus?	7
2.2	Ennen ilma-aluksen käyttöönottoa suoritettavat toimenpiteet.....	8
2.3	Ennen kohteen kuvausta suoritettavat asiat	8
2.4	Lentotoiminta normaalitilanteessa	8
2.5	Lentotoiminta erikoistilanteessa	9
2.5.1	Lentotoiminta asutuskeskuksen tiheästi asutetulla alueella tai ulkosalle kokoontuneen väkijoukon yläpuolella	9
2.5.2	Lentotoiminta CTR-, FIZ- tai RMZ-alueella	10
2.6	Ilma-aluksen käyttöä rajoittavat tekijät.....	10
3	BETONIRAKENTEIDEN VAURIOITUMINEN.....	12
3.1	Betonijulkisivurakenteiden määräysten kehittyminen.....	12
3.2	Yleistä betonirakenteiden vaurioitumisesta	14
3.2.1	Raudoitteiden korroosiovauriot.....	15
3.2.2	Betonin pakkasrapautuminen	16
3.2.3	Muita vauriotyyppejä	17
3.3	Ilma-aluksella havaittavissa olevat vauriot.....	18
4	BETONIRAKENTEISEN ASUINKERROSTALON KUNTOTUTKIMUS.	19
4.1	Betonijulkisivun kuntotutkimuksen vaiheet	19
4.1.1	Kohteen silmämääräinen tarkastus.....	19
5	MERIRAUMANTIE 13-15 KUNTOTUTKIMUS	21
5.1	Kohdetiedot.....	21
5.2	Kohteen kuvaus ilma-aluksella	21
5.3	Kohteen ilmakuvauksesta tehdyt havainnot	22
6	POHDINTA.....	28
	LÄHTEET.....	31
	LIITTEET	32
	Liite 1. Rauman Asunnot Oy, Meriraumantie 13-15 Kuntotutkimus.....	32

ERITYISSANASTO

miehittämätön ilma-alus (UAV - unmanned aircraft vehicle)	ilma-alus, joka on tarkoitettu käytettäväksi ilman mukana olevaa ohjaajaa
kauko-ohjattu ilma-alus	miehittämätön ilma-alus, jota ohjataan kauko-ohjauspaikasta ja käytetään lentotyöhön
asutuskeskuksen tiheästi asuttu alue	asutuskeskittymä, jossa asuu vähintään 200 asukasta ja asuinrakennusten etäisyys toisistaan on enintään 200 metriä
ilma-aluksen päällikkö	lentotoiminnan harjoittajan tai kauko-ohjatun ilma-aluksen omistajan nimittämä kauko-ohjaaja tai kauko-ohjatusta lennosta vastaava henkilö, jolla on lennon aikana käskyvalta ja vastuu turvallisuudesta
lennokki	harjoitustoiminnassa käytettävä miehittämätön ilma-alus
CTR (control zone)	lentopaikan lähialue
FIZ (flight information zone)	lentopaikan lentotiedotusvyöhyke
RMZ (radio mandatory zone)	radiovyöhyke
GPS (Global Positioning System)	maailmanlaajuinen paikallistamisjärjestelmä

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Tämä opinnäytetyö tehdään A-Insinöörit Suunnittelu Oy:n tilauksesta ja ohjauksessa. A-Insinöörit Suunnittelu Oy tekee valtakunnallisesti vuosittain useita kymmeniä tavanomaisten ja vaativien kohteiden kuntotutkimuksia. Yrityksen tarkoituksena on kehittää muun toiminnan ohessa myös kuntotutkimustoimintaa. A-Insinööreille hankittiin vuoden 2016 lopussa oma kauko-ohjattava ilma-alus, jonka käyttömahdollisuuksia halutaan korottaa.

1.2 Työn tavoitteet

Työn keskeisimpänä tavoitteena on selvittää kauko-ohjattavan ilma-aluksen käyttömahdollisuuksia kuntotutkimustoiminnassa. Opinnäytetyön pohdintaosiossa käydään läpi myös mahdollisia ilmakuvauksen ja kopterin käytön ongelmia, sekä mietitään ratkaisuja niihin.

1.3 Työn rajaus

Tässä opinnäytetyössä keskitytään betonin vauriotapoihin, jotka on mahdollista havaita silmämääräisesti ja näin ollen kauko-ohjattavalla ilma-aluksella. Opinnäytetyössä käydään läpi betonirakenteisen asuinkerrostalon kuntotutkimuksen vaiheet. Pääosin keskitytään silmämääräiseen tarkasteluun ja sen osuuteen kuntotutkimuksessa. Työssä käydään läpi kauko-ohjattavan ilma-aluksen käyttökokemukset esimerkkikohteelta ja sen käyttö yleisellä tasolla.

2 YLEISTIETOA KAUKO-OHJATTAVASTA ILMA-ALUKSESTA JA SEN KÄYTÖSTÄ

2.1 Mikä on kauko-ohjattu ilma-alus?

Kauko-ohjattu ilma-alus on miehittämätön ilma-alus, jota käytetään rakennusten ja rakenteiden videokuvaukseen. Ammattitoiminnassa siitä käytetään nimitystä kauko-ohjattu ilma-alus, harrastetoiminnassa vastaavat laitteet ovat lennokkeja. (Miehittämätön ilmailu, TRAFI 2017)



KUVA 1. Kuva kauko-ohjattavasta ilma-aluksesta (heksakopterista) ja sen ohjaimesta.

Taulukko 1. Kauko-ohjattavien ilma-alusten terminologiaa.

Termi	Selitys
quadkopteri / nelikopteri	neliroottorinen kopteri
heksakopteri	kuusiroottorinen kopteri
oktokopteri	kahdeksanroottorinen kopteri
multikopteri	yleisnimitys moniroottorisille koptereille

2.2 Ennen ilma-aluksen käyttöönottoa suoritettavat toimenpiteet

Kauko-ohjattavan ilma-aluksen käyttäjän on aina ennen ensimmäistä käyttökertaa ilmoitettava Liikenteen turvallisuusvirastolle seuraavat tiedot:

- käyttäjän tiedot
- ilma-aluksen tekniset perustiedot
- aiotun toiminnan laatu ja laajuus
- tieto siitä, aiotaanko toimintaa harjoittaa asutuskeskuksen tiheästi asutulla alueella tai ulkosalle kokoontuneen väkijoukon yläpuolella. (Trafin määräys 4482/2015 3.2)

Mahdollisista muutoksista tiedoissa on ilmoitettava Liikenteen turvallisuusvirastolle. (Trafin määräys 4482/2015)

2.3 Ennen kohteen kuvausta suoritettavat asiat

Kuvauskohteen ollessa asuinrakennus, tulee kohteen asukkaille ilmoittaa kuvausajankohta. Kameran tuottama kuva on hyvin tarkkaa ja rakenteita kuvatessa on aina mahdollista, että asuntojen sisätilat näkyvät videokuvassa.

Myös kuvausajankohdan säätila ja kuvauspaikalla olevat mahdolliset esteet ja kuluväylät tulee selvittää ja ottaa huomioon.

2.4 Lentotoiminta normaalitilanteessa

Ilma-aluksen lennättämisessä tulee minimoida mahdolliset vaaratilanteet. Lennätykset eivät saa häiritä ensivaste- tai viranomaisyksikön toimintaa. Ilma-aluksen päällikön tulee olla perehdytetty ja yli 18-vuotias. Ilma-aluksen käyttäjänä voi toimia muukin henkilö kuin ilma-aluksen päällikkö. Ilma-aluksen päällikkö on kuitenkin aina vastuussa ilma-aluksesta. (Trafin määräys 4482/2015 3.5-6)

Lennätyksen tulee olla näköyhteyteen perustuvaa toimintaa ja ilma-aluksen tulee olla koko ajan käyttäjän ohjattavissa. Mikäli ilma-aluksen käyttäjä ei yksin pysty pitämään näköyhteyttä ilma-alukseen, tulee paikalla olla myös kauko-ohjaustähystäjä. Tähystäjän

käytöllä varmistetaan, ettei mikään este jää havaitsematta. Normaalitilanteessa ilma-aluksen suurin sallittu lentoonlähtömassa on 25kg ja suurin sallittu lentokorkeus 150 metriä. (Trafin määräys 4482/2015, 3.11.)

2.5 Lentotoiminta erikoistilanteessa

2.5.1 Lentotoiminta asutuskeskuksen tiheästi asutetulla alueella tai ulkosalle koontuneen väkijoukon yläpuolella

Asutuskeskuksen tiheästi asutetulla alueella tai ulkosalle kokoontuneen väkijoukon yläpuolella lentokorkeuden tulee olla sellainen, että hätätilanteen laskeutuminen voidaan suorittaa vaarantamatta ihmisiä tai omaisuutta. Ilma-aluksen päällikön tulee täyttää kohdekohtainen turvallisuusasiakirja, jossa arvioidaan mahdolliset riskitekijät. Lennätyksen jälkeen lento kirjataan lentolokiin. Ilma-aluksen suurin sallittu lentoonlähtömassa saa olla tällaisella alueella enintään 7kg. (Trafin määräys 4482/2015, 3.15.)

Käytännössä kaikki Suomen taajamat ovat tiheästi asutettua aluetta. Ulkosalle kokoontuneella väkijoukolla tarkoitetaan esimerkiksi erilaisia yleisötapahtumia.

2.5.2 Lentotoiminta CTR-, FIZ- tai RMZ-alueella

Lentäessä lentoaseman lähialueella (CTR), lentopaikan tiedotusvyöhykkeellä (FIZ) tai radiovyöhykkeellä (RMZ), lentokorkeuden rajoitukset muuttuvat. Korkein sallittu lentokorkeus tällaisella alueella on 50 metriä. Mikäli videokuvattava rakennus vaatii yli 50 metriin nousua tai kohde sijaitsee alle 5 kilometrin päässä lentokentän kiitotiestä, on kauko-ohjaajan otettava yhteyttä ilmaliikennepalvelun tarjoajaan. (TRAFI 4482/2015, 3.12.)



KUVA 2. Suomen CTR -alueet, kuva Google maps.

2.6 Ilma-aluksen käyttöä rajoittavat tekijät

Ilma-alusten lennätysten merkittävin rajoittava tekijä on sääolosuhteet. Ilma-aluksella ei saa lentää, jos sataa, ukkostaa tai on liian kova tuuli. Ilma-aluksen omissa tiedoissa raja-arvo lentotilanteen tuulenvoimakkuudelle vaihtelee valmistajasta ja mallista riippuen.

Esimerkiksi Yuneecin Typhoon H -mallilla raja-arvo on noin 5 m/s (Yuneec Typhoon H User Manual, 24). Vastaavasti DJIn Phantom 4 mallilla tuulen maksiminopeudeksi on annettu ohjeissa 10 m/s (DJI Phantom User Manual, 47). Käytännössä huomattavasti heikompikin tuuli vaikeuttaa etenkin ilma-aluksella laskeutumista.

Kaupunkialueella haittana ovat usein kuvattavan rakennuksen läheisyydessä olevat muut rakennukset, sähkölinjat tai kasvusto. Auto- ja kävelytiet vaikeuttavat myös ilma-aluksella lentämistä. Ilma-aluksella ei saa lentää alueilla, missä magneettikentän häiriöt tai radiohäiriöt ovat mahdollisia. Esimerkiksi voimalinjojen tai radiomastojen lähellä lentäminen on kielletty.

3 BETONIRAKENTEIDEN VAURIOITUMINEN

3.1 Betonijulkisivurakenteiden määräysten kehittyminen

Elementtirakentamisen alkuvaiheessa julkisivubetonin lujuusvaatimus määräytyi vuoden 1954 betoninormien mukaan. Siinä teräsbetonin lujuusluokaksi oli määritelty vähintään K20. Lujuusluokkavaatimus nostettiin vuoden 1965 betoninormeissa K25:een. Vuoden 1989 Betoniyhdistyksen säilyvyysohjeessa lujuusluokkavaatimus oli K30 ja vuonna 1992 julkaistussa säilyvyysohjeessa K45. Vuonna 1993 betonin minimilujuusvaatimus oli K40. 2001 julkaistussa betoninormeissa lujuusluokka on yhäkin K40. Lujuusluokkaa voidaan alentaa raudotteiden betonipeitettä lisäämällä. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 12.)

Harjateräksen suojabetonipeitevaatimukseksi annettiin vuoden 1954 betoninormeissa 20mm. 1963 normeissa katsottiin, että suojabetonipeitevaatimus koskee vain kantavia rakenteita eli ei sandwich-elementtien ulkokuorta. Minimivaatimuksena kaikilla betonirakenteilla oli kuitenkin 10mm. Vuoden 1965 betoninormeissa suojabetonipeitteen minimiarvoksi annettiin harjateräksillä 20mm ja sileillä teräksillä 15mm. Vuonna 1980 julkaistussa betoninormeissa ympäristöolosuhteet jaettiin luokkiin, jolloin betonipeitteen paksuuden arvot määräytyivät kyseisten luokkien mukaan. 1993 betonipeitteen minimipaksuus on edelleen 25mm. Betonipeitteen paksuuksien perusarvot vuoden 2000 betoninormeissa ovat ympäristöluokassa Y1 (vaikeat olosuhteet) 35mm ja ympäristöluokassa Y2 (tavanomaiset olosuhteet) 25mm. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 12.)

Julkisivubetonin pakkasenkestävyyttä koskeva vaatimus esitettiin ensimmäistä kertaa betoninormeissa vuonna 1980. Vuoden 1965 ja 1971 julkaisuissa on kuitenkin suosituksia säänkestävyyden parantamisesta lisähuokostusaineilla. Betoniyhdistyksen 1976 julkaisemassa säilyvyysohjeissa suojahuokossuhteen tuli olla vähintään 0,15 ja vaikeissa olosuhteissa 0,20. Ennen tätä julkisivubetoneissa on käytetty lisähuokostusaineita vain satunnaisesti. Vuoden 2000 betoninormeissa ympäristöluokassa Y1 suojahuokossuhteeksi on määritelty 0,25 ja ympäristöluokassa Y2 0,20. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 12-13.)

Vuoden 1965 betoninormeissa betonin kalsiumkloridipitoisuus ei saanut ylittää 2% sementin painosta. Kalsiumkloridia käytettiin betonin kiihdyttimenä. Liian korkea kalsiumkloridipitoisuus aiheuttaa raudotteiden kloridikorroosiota. Betoniyhdistyksen säilyvyys-ohjeen 1992 mukaan julkisivubetonissa saa olla klorideja enintään 0,2% sementin painosta. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 13.)

Betonirakenteiden rasitusluokat esiteltiin vuoden 2004 betoninormeissa. Rasitusluokat ottavat huomioon betonirakenteiden eri vaurioitumismekanismit. Betonirakenteen käyttöympäristö luokitellaan karbonatisoitumisen (XC), pakkasrasituksen (XF), kloridirasituksen (XD tai XS) ja kemiallisen rasituksen (XA) mukaan. Vuonna 2012 julkaistuissa betoninormeissa rasitusluokkien vaatimukset on tarkistettu ja uudistettu. Julkisivut ja parvekkeet asettuvat vaihtelevasta kosteusrasituksesta ja ulkolämpötilojen vaihtelusta johtuen rasitusluokkien XD ja XF ylimmille tasoille. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 13.)

Julkisivurakenteiden kestävyys ei ole juurikaan keskitetty voimavaroja, varsinkaan elementtirakentamisen alkuaikoina. Varsinaista kestävyysajattelua ei aiemmin ole ollut. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 13.) Tästä johtuen vanhempien kerrostalojen julkisivut ovat herkempiä vaurioille, kuin uudempien, tiukempien määräysten mukaisesti rakennettujen kerrostalojen. Alla taulukko betoninormien määräysten kehityksestä.

Taulukko 2. Betoninormien määräysten muuttuminen.

	1954	1965	1971	1976/77	1980	1989
Lujuus	K20	K25	K25	K25	K25	K30
Suojabetoni- paksuus						
- Harjateräs	20mm	20mm	20mm	25mm	25 (Y2) 35 (Y1)	25 (Y2) 35(Y1)
- Sileä teräs		15mm	15mm	15mm	(mm)	(mm)
Lisähuokos- tus		suosi- tus	suosi- tus	Ohjear- vot + normi	vaati- mus	

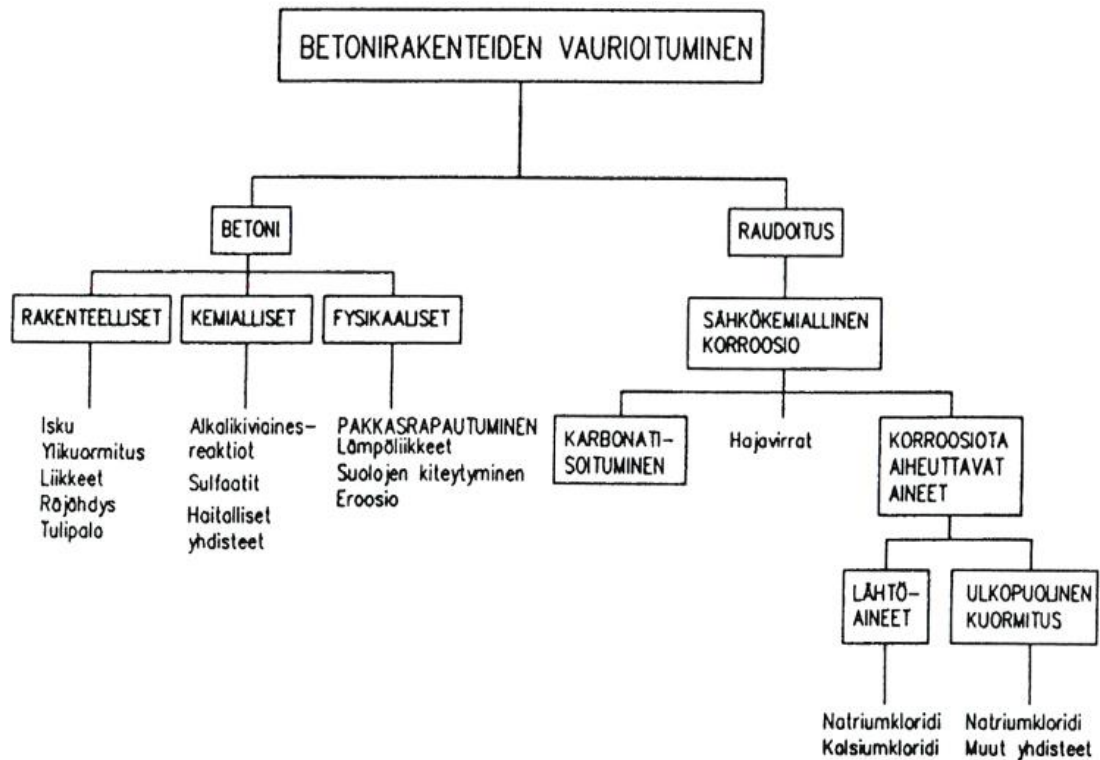
Ulkokuoren paksuus	50	50	50	70	70	70
Lämmöneristeen paksuus	70	70	90	120	120	140
Sementin kloridipitoisuus	-	<2%	<2%	<2%	<1%	<0.4%

3.2 Yleistä betonirakenteiden vaurioitumisesta

Alkuperänsä perusteella betonirakenteiden vauriot ovat jaettavissa neljään ryhmään:

- valmistusmenetelmästä aiheutuvat vauriot ja virheet
- valmistusaineista ja suunnittelusta johtuvat vauriot ja virheet
- käytöstä, katastrofeista ja rasitusolosuhteista johtuvat vauriot
- suunnitteluvirheet rakenneosien liitoksissa. (Betonitekniiikan oppikirja 2004, 334-335)

Betonirakenteiden kaksi yleisintä vauriomekanismia ovat raudoitteiden korroosio ja betonin pakkasrapautuminen. Osiossa keskitytään vauriotapoihin, jotka ovat silmämääräisesti, ja näin ollen myös kopterin, havaittavissa.

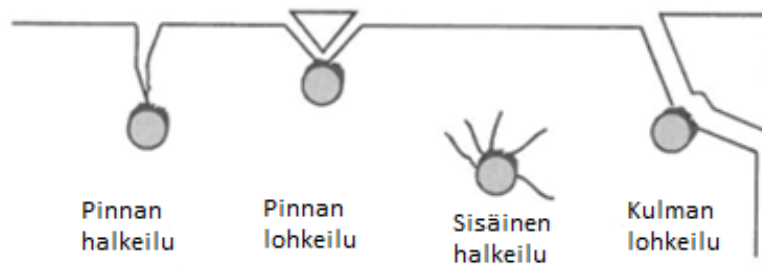


KUVA 3. Teräsbetonirakenteen vauriot, Betonitekniiikan oppikirja 2004, 335.

3.2.1 Raudotteiden korroosiovauriot

Raudotteiden korroosio tarkoittaa käytännössä betonissa olevien terästen ruostumista. Korroosion mahdollistaa raudotteiden passiivisuuden menettäminen. Korroosion alkamisen aiheuttavat yleensä joko betonin karbonatisoituminen tai betonissa olevien kloridien liiallinen määrä raudoituksen läheisyydessä. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 20.) Karbonatisoitumisesta ja kloridikorroosiosta löytyy tietoa esimerkiksi Suomen Betoniyhdistys ry:n julkaisusta ”Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013”.

Raudotteiden korroosiotuotteet tarvitsevat enemmän tilaa, kuin alkuperäinen raudoitus (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 20-21). Laajenemisesta johtuva paine johtaa betonin halkeiluun ja lohkeamiseen. Teräksen korroosiovauriot ovat pitkälle edenneitä, kun betonin vaurio on silmin havaittavissa. Mikäli kyseessä on betonin karbonatisoitumisesta johtuva teräskorroosio, tiedetään karbonatisoitumisrintaman edenneen lähimpänä pintaa oleviin teräksiin.



KUVA 4. Korroosion aiheuttamia vauriotyyppejä teräsbetonirakenteessa. Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 22.



KUVA 5. Julkisivun pinnan alta esiin tullut korroosiovaurio.

3.2.2 Betonin pakkasrapautuminen

Toinen yleinen vauriotyyppi betonirakenteisissa julkisivuissa on betonin pakkasrapautuminen. Betonin huokosverkostossa on luonnostaan vettä. Jäättyessään vesi laajenee noin 9 tilavuusprosenttia. Tästä laajenemisesta johtuva paine rikkoo betonia ja pitkälle edetessään näkyy betonissa halkeamina, elementin kaareutumisenä sekä betonin lohkeiluna. Korkea kosteusrasitus lisää betonissa olevan veden määrää ja pahentaa pakkasrapautumisen aiheuttamia vaurioita. Pakkasrapautuminen aiheuttaa betonissa merkittävää vetolujuuden alenemista ja raudoitusten tartuntojen heikkenemistä. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 29-32.)



KUVA 6. Betonin pakkasrapautumisen aiheuttamaa halkeilua ja lohkeamista.

3.2.3 Muita vauriotyyppejä

Muita silmämääräisesti havaittavia vaurioita ovat esimerkiksi pinnoitteiden ja pintatarvikkeiden vauriot, mekaaniset vauriot ja puutteet kosteusteknisessä toiminnassa. Kosteusteknisiä toimivuuspuutteita on mahdollista havaita lähinnä sateen jälkeen, jolloin esimerkiksi veden lammikoituminen parvekkeille tai vesikatolle johtuvat kaatojen puutteellisuudesta. Mekaanisia vaurioita voi syntyä esimerkiksi erilaisten iskujen tai törmäysten seurauksena.

3.3 Ilma-aluksella havaittavissa olevat vauriot

Alla olevassa taulukossa on esitetty kuntotutkimuksissa esiintyviä vaurioita ja niiden havaintomahdollisuudet ilma-aluksella ja nostolava-autosta käsin.

Taulukko 3. Vaurioiden havaintomahdollisuudet kopterilla ja nostolava-autosta.

Vaurio	Pystytään havaitsemaan	
	Ilma-aluksella	Nostolava-autosta
Näkyvät teräskorroosion aiheuttamat vauriot	Kyllä	Kyllä
Näkyvät pakkasrapautumisen aiheuttamat halkeamat	Kyllä	Kyllä
Pakkasrapautumisen aiheuttama betonin pehmeneminen	Ei	Kyllä (vasaroimalla)
Vesikattojen puutteelliset kallistukset / vedenpoisto	Kyllä (sateen jälkeen tai kostealla säällä, hyvällä säällä ei)	Kyllä
Parvekelaattojen puutteelliset kallistukset / vedenpoisto	Ei	Kyllä
Pintatarvikkeiden (esim. klinkkerilaatta) irtoaminen	Kyllä	Kyllä
Pintakäsittelyjen (esim. rappauspinnat, maalipinta) vaurioituminen	Kyllä (näkyvät vauriot) Ei (rappauspintojen tartuntojen heikkeneminen)	Kyllä (rappauspintojen tartunnat vasaroimalla)
Ikkuna- ja räystäspelttien toimivuus	Kyllä (rajoitetusti)	Kyllä

4 BETONIRAKENTEISEN ASUINKERROSTALON KUNTOTUTKIMUS

Rakennusten julkisivut kuluvat säärasituksessa ja niiden kuntoa tulee seurata säännöllisesti. Kuntotutkimus on rakennukselle tehtävä tarkastus, joka tulisi tehdä noin 15-20 vuotta rakennuksen valmistumisen jälkeen ja sen jälkeen noin 10 vuoden välein. Kuntotutkimuksesta saatujen tulosten perusteella päätetään rakennukselle tehtävistä mahdollisista korjauksista ja huoltotoimenpiteistä. (Tilaaajan ohje 2014, 4.)

4.1 Betonijulkisivun kuntotutkimuksen vaiheet

Kuntotutkimus alkaa lähtötietojen keräämisellä ja alustavalla rakennuksen kunnon tilanearviolla. Tämän jälkeen arvioidaan tutkimustarpeet. Mitä asioita rakennuksesta on syytä tutkia ja mitä menetelmiä käytetään. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 65-66)

Kun alustava tilanearvio on tehty, suoritetaan tutkimukset. Näihin kuuluvat kenttätutkimukset, näytteenotto sekä laboratoriotutkimukset, joiden valmistuttua arvioidaan vaurioiden tyyppiä sekä laajuutta. Myös vaurioiden syitä, vaikutuksia ja etenemistä pohditaan. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 65-66)

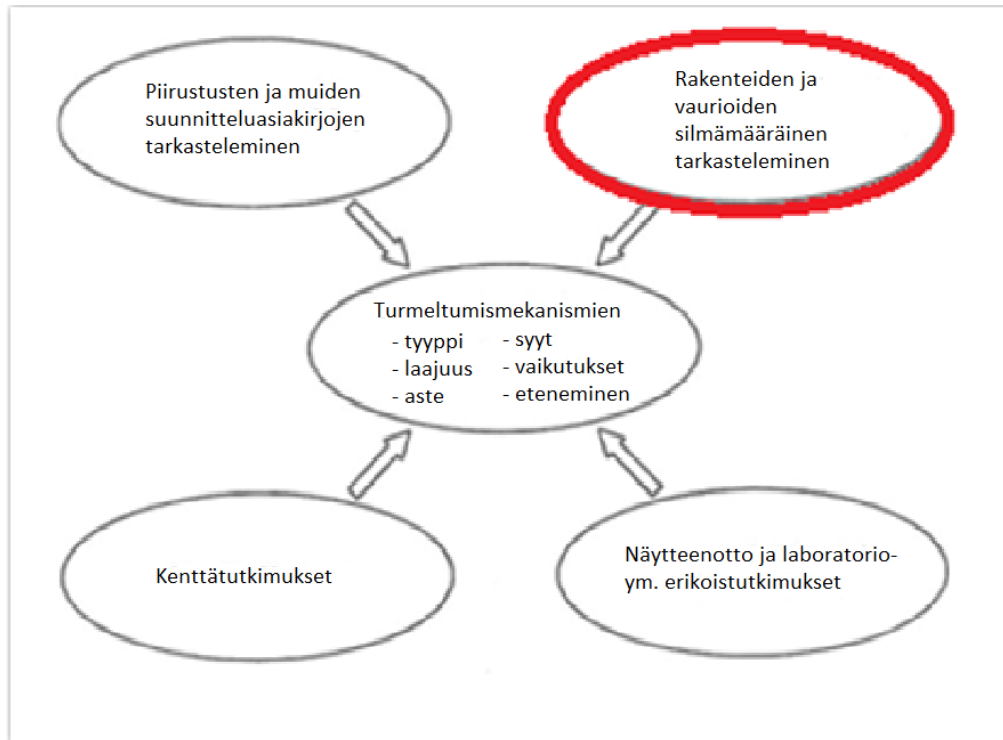
Lopuksi kuntotutkimuksesta saatu tieto kirjoitetaan raportiksi, josta tilaaja saa käsityksen rakennuksen ja rakenteiden tilasta. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 65-66)

4.1.1 Kohteen silmämääräinen tarkastus

Silmämääräinen tarkastus on oleellinen osa kuntotutkimusta. Kattavassa kuntotutkimuksessa on tärkeää kerätä rinnakkaisia tietoja mahdollisimman monesta eri lähteestä ja eri menetelmillä. Näin parannetaan johtopäätösten luotettavuutta ja pienennetään tulosten epävarmuutta.

Silmämääräisen tarkastuksen pääasiallinen tarkoitus on eri rakenneosien tutkimustarpeen tarkentaminen. Tarkastelussa arvioidaan myös näkyvien vaurioiden laajuutta ja syitä. Myös rakenneosien altistumista rasitukselle pyritään arvioimaan. Silmämääräisesti pysytään havaitsemaan pitkälle edenneitä korroosiovaurioita, pakkasrapautumisesta aiheutuvia halkeamia sekä mekaanisia vaurioita. Kosteusvaurioita ja lämpövuotokohtia on

usein mahdollista paikantaa. Kenttätöiden suorittamiseen liittyviä käytännön asioita, kuten esimerkiksi kulkumahdollisuuksia ja esteitä, on tärkeää arvioida tarkastuksessa. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 75.)



KUVA 7. Tietolähteet, joita on pyrittävä hyödyntämään selvittäessä eri vauriotapojen ti-
lannetta ja etenemistä, Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 68.

5 MERIRAUMANTIE 13-15 KUNTOTUTKIMUS

5.1 Kohdetiedot

Kuntotutkimuksen kohteena oli kaksi betonirakenteista asuinkerrostaloa. Kohde sijaitsee Raumalla, osoitteessa Meriraumantie 13-15. Kuntotutkimuksen tilasi Rauman Asunnot Oy, c/o Rauman Kaupungin isännöintitoimisto. Kuntotutkimuksen raportti on opinnäytetyön liite 1. Raportista on karsittu opinnäytetyön kannalta epäoleelliset liitteet pois.

Kerrostalojen julkisivut ovat betonisandwich-elementtejä. Toinen rakennuksista on 1+3-kerroksinen ja toinen 1+5-kerroksinen. Kohde on valmistunut vuonna 1972.

5.2 Kohteen kuvaus ilma-aluksella

Kohteen julkisivut ja vesikatot videokuvattiin kauko-ohjattavalla ilma-aluksella. Kuvauksen suoritti Mitta Oy. Kuvaus tehtiin DJI Phantom 3 -mallisella nelikopterilla. Kohteesta kuvattiin julkisivujen lisäksi vesikatot.



KUVA 8. Kohteen kuvauksessa käytetty kauko-ohjattava ilma-alus.

5.3 Kohteen ilmakuvauksesta tehdyt havainnot

Kenttäpäivänä sää oli sateinen ja pilvinen, mikä haittasi silmämääräisen tarkastelun tekemistä. Ilma-aluksen videokuvaukseen olosuhteilla oli myös negatiivinen vaikutus. Myös runsaat tuulenpuuskat häiritsivät ilmakuvauksen suorittamista.

Sääolosuhteista huolimatta saatiin riittävän tarkkaa videokuvaa, josta pystyttiin tekemään havaintoja julkisivuista sekä vesikatosta. Kahden asuinkerrostalon julkisivujen ja vesikattonen kuvaamiseen kului aikaa melko vaativissa olosuhteissa muutama tunti.

Kohteen yhdelle julkisivulle ei ollut mahdollista päästä henkilönostimella. Tämän julkisivun silmämääräisessä tarkastelussa ilma-aluksen kuvaamasta videosta oli suuri hyöty. Kyseisen julkisivun pohjoispäädystä puuttui vesikaton räystäspeltti muutaman metrin matkalta. Ilman kauko-ohjattavalla ilma-aluksella suoritettua videokuvausta, se olisi jäänyt huomaamatta.



KUVA 9. Puuttuva räystäspeltti, kuva irrotettu videokuvasta.



KUVA 10. Puuttuva räystäspeltti ylhäältä päin kuvattuna, kuva irrotettu videokuvasta.

Kohteen julkisivujen maalipinnat on uusittu vuonna 2000. Uuden maalipinnan alta on tullut esiin halkeamia. Näistä halkeamista tehtiin havaintoja kopterivideolta. Alla olevassa kuvassa (KUVA 11) nähdään kyseisiä halkeamia. Kuvan tarkkuutta heikensi kuvaushetken sateinen sää.



KUVA 11. Uuden maalipinnan alta esiin tulleita halkeamia, kuva irrotettu videokuvasta.

Elementtisaumojen uusinta oli kohteella aloitettu alkuvuodesta 2016. Tästä syystä tutkimus ei sisältänyt elementtisaumojen kattavaa silmämääräistä tarkastelua. Videokuvasta pystyisi havaitsemaan melko helposti vaurioituneita kohtia elementtisaumoissa. Videokuvan perusteella ei kuitenkaan voi arvioida saumojen elastisuutta tai kiinnipysyvyyttä.

Kuvassa 12 on pohjoispäädyn julkisivuelementtien saumakohta. Elementtisaumaan on ilmestynyt kosteuden takia leväkasvustoa.



KUVA 12. Vanha elementtisauma, kuva irrotettu videokuvasta.

Kohteen julkisivuelementeissä havaittiin yksittäisiä näkyviä teräskorroosiovaurioita. Vuonna 2000 tehty ulkoseinien maalaus on mahdollisesti peittänyt näkyviä vaurioita ja niitä voi vielä myöhemmin tulla esiin. Kuvassa 13 on videokuvasta otettu kuva korkeamman talon eteläjulkisivulla havaitusta teräskorroosiovauriosta.



KUVA 13. Julkisivulla havaittu korroosiovaurio, kuva irrotettu videokuvasta.

Parvekkeiden kuvaaminen kauko-ohjattavalla ilma-aluksella on toistaiseksi lähes mahdotonta. Ilma-alus vaatii liian suuren varoalueen, että parvekkeen sisällä uskaltaisi ilmaku-

vata. Julkisivuja kuvatessa parvekekaiteiden ulkopinnat jäivät videolle. Videolta havaitaan, että parvekekaiteet ovat suuressa kosteusrasituksessa ja niihin on muodostunut leväkasvustoa. Yhdellä tuuletusparvekkeista havaittiin vuotava vedenpoistoputki, joka ei heitä vettä ulos, vaan vesi valuu kaiteen ulkopintaa pitkin pois.



KUVA 14. Tuuletusparvekekaiteessa olevaa leväkasvustoa ja vuotava vedenpoistoputki, kuva irrotettu videokuvasta.

Vesikatot eivät tähän kyseiseen kuntotutkimukseen kuuluneet. Ne kuitenkin kuvattiin ilma-aluksella. Videokuvan perusteella kattojen kallistukset ovat toimivia. Muutamissa kohdissa vesi jää lammikoitumaan katolle, ilmeisesti tukkeutuneen kattokaivon takia (KUVA 15). Katolla myös menee antennijohtoja tai sähköjohtoja ilman kunnollista suojausta.



KUVA 15. Kuva toimimattomasta kattokaivosta, kuva irrotettu videokuvasta.

Kohteen palauttaminen mieleen tapahtui jälkikäteen paremmin videokuvaa apuna käyttäen. Vaikka suurin osa vauriokohdista on kuvattu myös henkilönostimesta digikameralla, on niiden paikantaminen helpompaa videokuvan avulla. Aikaa kohteen kuvaamiseen kuluu melko vähän ja siitä saatava tieto tukee silmämääräisen tarkastelun tekoa huomattavasti.

Kohderakennusten videokuvauksesta olisi saanut vielä enemmän irti, jos sääolot kuvauspäivänä olisivat olleet paremmat. Sateinen sää näkyy selvästi muutamista alla olevista kuvista. Ilma-aluksella olisi voinut lentää tuulettomalla säällä vielä lähempänä rakennuksen julkisivuja ja videokuvasta olisi voinut tehdä tarkempia havaintoja. Kohderakennusten läheisyydessä oleva kasvillisuus haittasi myös täydellisen videokuvan saamista. Kuvassa 16 on eteläjulkisivulla kuvausta haitanneita puita. Kopterilla ei pystynyt lentämään puiden ja julkisivun välistä, eli se osuus julkisivusta jäi kuvaamatta.



KUVA 16. Yleiskuva kohteelta, kuva irrotettu videokuvasta.



KUVA 17. Eteläjulkisivu, kuvauksen kannalta haitallisia puita.

6 POHDINTA

Vaikka silmämääräisesti voidaan havaita ainoastaan pitkälle edenneitä vaurioita, tehostaa kauko-ohjattavalla ilma-aluksella kuvatun videon tarkastelu vaurioiden havaitsemista ja laajuuden arvioimista. Kuntotutkimus olisi hyvä tehdä asuinrakennukselle jo ennen kuin näkyviä vaurioita havaitaan. Usein kuntotutkimus tehdään kuitenkin vasta näkyvien vaurioiden jo tultua esiin.

Kauko-ohjattava ilma-alus on erityisen hyödyllinen kohteissa, joiden ympäristö on vaikeakulkuinen, eikä nostimella ole mahdollista päästä kaikille rakennuksen julkisivuille tai ylipäätään koko kohteelle (esimerkiksi suljetut sisäpihat, erittäin korkeat rakennukset tai sillat). Ilma-alus toimii erinomaisesti laaja-alaisissa kohteissa, joiden silmämääräisessä tarkastelussa kuluisi henkilönostimella kohtuuttoman kauan aikaa. Haasteita asettaa vaurioiden lähempi tarkastelu, joka vaatii mekaanista kosketusta tutkittavaan rakenteeseen. Esimerkiksi pakkasrapautumisen aiheuttama betonin pehmentyminen havaitaan vaaroimalla julkisivua. Pehmennyt betoni tuntuu erilaiselta ja siitä lähtee erilainen ääni, kuin lujasta betonista. Nykyisillä koptereilla ei tällaista tutkimista ole mahdollista tehdä. Taulukossa 2 on eritelty erilaisia kuntotutkimuksessa esiin tulevia vauriotyyppejä ja niiden havaintomahdollisuuksia ilma-aluksella.

Käytännössä nostolava-auto on jokaisessa kuntotutkimuksessa mukana, koska laboratoriotestejä varten betonirakenteista porataan lieriönäytteitä. Nostolava-autolla päästään kuitenkin harvoilla kohteilla kaikkien julkisivujen kaikkiin kohtiin. Tällaisten alueiden kuvaaminen ilma-aluksella tarkentaa silmämääräisiä havaintoja ja siten parantaa kuntotutkimuksen luotettavuutta. Kustannuksiltaan ilma-alusta voidaan pitää halpana. Kertaston jälkeen ainoa kustannuksia aiheuttava tekijä on ilma-aluksen käyttäjän työtunnit ja mahdolliset korjauskustannukset.

Tähän mennessä saatujen kokemusten perusteella ilma-aluksen käyttöä rajoittavat eniten tuuliset olosuhteet. Ilma-aluksella laskeutuminen vaikeutuu huomattavasti jo heikonkin tuulenpuuskan osuessa kohdalle. Erikokoisten halkeamien havaitsemisen määrittelee suuresti kuvaushetken säätila. Sateinen tai synkkä sää heikentää videokuvan laatua merkittävästi. Opinnäytetyön tekijän työpaikalla on sattunut muutamia tuulen aiheuttamia vaaratilanteita, joissa ilma-alus on laskeutuessaan lähtenyt käyttäjän hallinnasta. Tuuletomalla säällä lentäessä tai laskeutuessa ei ole ilmennyt ongelmia.

Turvallisuuden kehittäminen on tärkeä osa ilma-alusten käytön kehittymistä. Etenkin taa-jama-alueilla on tärkeää, että ilma-alus pysyy kaikkina aikoina käyttäjän hallinnassa. Laskeutuminen pitää saada turvallisiksi myös tuulen vaikuttaessa. Yksi vaihtoehto tällaiseen laskeutumiseen on, että ilma-alus tuodaan n. 10cm korkeuteen ja sammutetaan roottorit. Tällöin ilma-alus ei ainakaan lähde hallitsemattomaan suuntaan. Ilma-aluksella laskeutu-minen siten, että se otetaan suoraan ilmasta kiinni vähentäisi myös hallitsemattomia liik-keitä. Tämä vaatii kuitenkin aina vähintään kahden ihmisen läsnäoloa laskeutumistilan-teessa.

Opinnäytetyön tekijän tiedossa on myös tilanne, jossa ilma-alus on kesken lennon lähte-nyt hallinnasta ja lentänyt ilman päämäärää, kunnes se törmäsi esteeseen. Tähän syytä oli laitteessa ilmennyt kompassivirhe. Kompassivirhe tarkoittaa, että ilma-aluksen satel-liitteilla toimivaan paikannusjärjestelmään tuli häiriö. Laitteen GPS-järjestelmän häiriin-tyminen johtui rakennuksen metallisesta peltikatosta, jolta lentoonlähtö tapahtui.

Kompassivirheen aiheuttama ongelma voi pahimmillaan olla todella vaarallinen, etenkin kaupunkialueella. Esimerkiksi korkean rakennuksen vesikattoa kuvatessa kopterin lentä-essä hallitsemattomasti alas katolta, mahdollisuus vakavaankin henkilövahinkoon on ole-massa. Tällainen kompassivirhe ei saisi olla mahdollinen ja sitä pystytään ehkäisemään välttämällä lentoonlähtöä alueilla, jossa magneettikentän häiriöt ovat mahdollisia. Ilma-aluksen kompassin kalibrointi ennen lentoonlähtöä voi vähentää kompassivirheitä. Käyt-töohjeen mukaan kalibrointi tosin tarvitsee tehdä vain silloin, kun ilma-alus siitä ilmoit-taa. Myös ilma-aluksen valmistajan (Yuneec) pitää jatkaa ilma-aluksen kehittämistä, että vastaavanlaisten tapausten mahdollisuus minimoidaan.

Tulevaisuudessa kauko-ohjattavien ilma-alusten käyttö todennäköisesti kasvaa. Lisää mahdollisuuksia käyttöön toisi esimerkiksi lämpökameran kiinnitys ilma-alukseen, jol-loin lämpökuvausten teko helpottuisi. Laitteen päälle kiinnitettävä, ylöspäin kuvaamisen mahdollistava kamera parantaisi erilaisten kohteiden kuvausmahdollisuuksia. Esimer-kiksi siltojen alapuolten kuvaaminen olisi tällaisella kopterilla mahdollista ja helpottaisi sitä suuresti. Ylöspäin tai yläviistoon kuvaava kamera mahdollistaisi räystäiden videoku-vaamisen alapuolelta. Tämän hetkiselä laitteistolla on mahdollista kuvata vain vaakata-sosta. Ilma-aluksen käyttö pelkällä GPS-järjestelmällä on tulevaisuudessa melko varmasti

mahdollista. Käytännössä se tarkoittaisi, että ilma-alukselle ohjelmoidaan kulkureitti tietokoneella, jonka jälkeen alus käy itsenäisesti tekemässä kuvauksen ja palaa lähtöpisteeseen. Tämä kuitenkin vaatii GPS-järjestelmien huomattavaa parantumista ja ilma-alukseen parempaa esteiden väistö mekanismia. Myös Trafín määräys kieltää tällä hetkellä ilman näköyhteyttä lentämisen.

LÄHTEET

Suomen Betoniyhdistys ry 2013. Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, BY 42. BY - Koulutus Oy

Suomen Betoniyhdistys ry. Betonitekniikan oppikirja 2004, BY 201. BY-Koulutus Oy

Trafin määräys 4482, 2015. Kauko-ohjatun ilma-aluksen ja lennokin lennättäminen. Liikenteen turvallisuusvirasto 9.10.2015. https://www.trafi.fi/filebank/a/1444309294/3965f696e8f5d3879ef280bd1c0e6b5f/18719-OPS_M1-32_fi.pdf
TRAFI/4482/03.04.00.00/2015

Suomen Betoniyhdistys ry 2014. Betonijulkisivun ja parvekkeiden kuntotutkimus, Tilaajan ohje 2014. Luettu 24.3.2017. <http://www.hometalkoot.fi/file/15833.pdf>

Miehittämätön ilmailu. TRAFI. Päivitetty 04.04.2017. Luettu 24.04.2017. https://www.trafi.fi/ilmailu/miehittamaton_ilmailu

DJI Phantom 4 User Manual v1.4. Luettu 24.4.2017.
https://dl.djicdn.com/downloads/phantom_4/20170327/Phantom+4+User+Manual+v1.4.pdf

Yuneec Typhoon H User Manual v1.1. Luettu 24.4.2017.
<http://download.yuneec.com/manuals/manual/Typhoon%20H/TYPHOON-H-USER-MANUAL-V1.1.pdf>

Ilmailukartta, Google Maps. Luettu & katsottu 24.4.2017.
https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1tyn207V8NauFcYc1W_ki0vviRkw&ll=61.345815488385384%2C23.684758560937553&z=9

LIITTEET

Liite 1. Rauman Asunnot Oy, Meriraumantie 13-15 Kuntotutkimus

Rauman Asunnot Oy

Julkisivu- ja parvekerakenteiden kuntotutkimus



10.2.2017

31 12173.1

Ins. opp. Mika Kalliomäki
RI (AMK) Arttu Lehtonen

Rauman Asunnot Oy

SISÄLLYSLUETTELO

1	Yleistä	5
1.1	Tutkimuksen tilaaja	5
1.2	Kohteen tunnistetiedot ja yleiskuvaus	5
1.3	Kuntotutkimuksen sisältö	5
1.4	Tutkimuksen rajaus ja luotettavuus	6
1.5	Kohteen rakennusaikaiset määräykset	6
2	Tutkimustulokset.....	7
2.1	Julkisivuelementit	7
2.1.1	Rakenne suunnitelmien ja tehtyjen havaintojen perusteella	7
2.1.2	Betonin halkeilu, tiivistyminen ja muu laatu.....	7
2.1.3	Raudoituksen korroosio.....	7
2.1.4	Betonin pakkasrapautuminen.....	10
2.1.5	Saumat ja muodonmuutokset	12
2.1.6	Kosteustekninen toiminta	12
2.1.7	Pinnoitteet ja pintatarvikkeet	13
2.1.8	Kiinnitykset, kannatukset ja sidonnat	13
2.2	Huoneistoparvekkeet	13
2.2.1	Rakenteet suunnitelmien perusteella	13
2.2.2	Betonin halkeilu, tiivistyminen ja muu laatu.....	13
2.2.3	Raudoituksen korroosio.....	14
2.2.4	Betonin pakkasrapautuminen.....	16
2.2.5	Vedenpoisto ja kosteustekninen toiminta.....	19
2.2.6	Saumat ja muodonmuutokset	19
2.2.7	Pinnoitteet ja pintatarvikkeet	19
2.2.8	Kiinnitykset, kannatukset ja sidonnat	19
2.3	Tuuletusparvekkeet.....	20
2.3.1	Rakenteet suunnitelmien perusteella	20
2.3.2	Betonin halkeilu, tiivistyminen ja muu laatu.....	20
2.3.3	Raudoituksen korroosio.....	20
2.3.4	Betonin pakkasrapautuminen.....	22
2.3.5	Vedenpoisto ja kosteustekninen toiminta	24
2.3.6	Saumat ja muodonmuutokset	25
2.3.7	Pinnoitteet ja pintatarvikkeet	25
2.3.8	Kiinnitykset, kannatukset ja sidonnat	25
2.4	Muut liittyvät rakenteet	26
2.4.1	Vesikatto.....	26
2.4.2	Ikkuna- ja ovirakenteet	26
3	Yhteenveto ja toimenpide-ehdotus.....	26
3.1	Turvallisuuden vaikuttavat tekijät	26
3.2	Julkisivuelementit	26
3.3	Huoneistoparvekkeet	28
3.4	Tuuletusparvekkeet.....	29
3.5	Korjaustoimenpiteiden kustannusarvio	30
3.6	Suosittelavat jatkotutkimukset ja kiireelliset toimenpiteet	31

LIITELUETTELO

Liite 1: Rakenteiden vaurioituminen	6 s.
Liite 2: Näytetaulukko	3 s.
Liite 3: Paikannuskuvat	4 s.
Liite 4: Teräskorroosion laajuuden arviointi	8 s.
Liite 5: Vetolujuus- ja kloriditulokset	13 s.
Liite 6: Ohuthieanalyysien tulokset	42 s.
Liite 7: Saumojen PCB- ja PB-analyysit	1 s.
Liite 8: Pinnoitteen asbestianalyysi	1 s.
Liite 9: Valokuvia kohteesta	3 s.

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää rakenteiden tämänhetkinen kunto sekä arvioida vaurioitumistilanteen kehittymistä jatkossa. Tutkimuksen tuloksia arvioidessa on otettava huomioon, että näytteiden otto sekä eri mittaukset tehdään rakenteista pistemäisesti otantana ja tästä syystä tutkimustuloksiin ja niistä tehtyihin arviointeihin sisältyy epävarmuutta. Mittaukset ja näytteenotto on kuitenkin pyritty kohdentamaan niin, että saadaan riittävän luotettavaa tietoa rakenteiden kunnosta ja niiden mahdollisesta korjaustarpeesta.

Julkisivut

Julkisivujen maalipinta on kulunut ja paikoitellen on havaittavissa lievää maalipinnan vaurioitumista. Ohuthietutkimuksissa ja vetokokeissa ei havaittu viitteitä pakkasrapautumasta. Karbonatisoituminen on saavuttanut laskennallisesti arvioiden vain vähän julkisivujen ulko- ja sisäpintojen raudoitteista. Julkisivurakenteiden määräävänä vauriomekanismina voidaan pitää betonin puutteellista pakkasenkestävyyttä, sekä pinnoitteen lieviä vaurioita. Julkisivuille suositellaan ensisijaisesti vanhojen saumojen uusimista pikaisesti sekä vauriokohtien paikkauskorjausta ja rakennusten huoltomaalausta 1-3 vuoden kuluessa.

Huoneistoparvekkeet

Huoneistoparvekkeissa havaittiin yksittäisiä teräskorroosiovaurioita, pakkasrapautumasta ei silmämääräisessä tarkastelussa saatu viitteitä. Karbonatisoitumisrintama on saavuttanut laskennallisesti arvioiden vain vähän parvekerakenteiden raudoitteista. Ohuthietutkimuksen ja vetokokeiden mukaan huoneistoparvekerakenteissa ei ole betonin pakkasrapautumisen aiheuttamaa vaurioitumista. Parvekkeet altistuvat suurelle kosteusrasitukselle, joka osaltaan kiihdyttää parvekerakenteiden vaurioita. Parvekerakenteet ovat suositeltavaa korjata perusteellisella pinnoitus- ja paikkauskorjauksella 3-5 vuoden kuluessa.

Tuuletusparvekkeet

Tuuletusparvekkeissa ei havaittu näkyviä teräskorroosio- tai pakkasvaurioita. Tuuletusparvekelaaatoissa esiintyy ohuthietutkimuksen mukaan betonin pakkasrapautumisen aiheuttamaa kohtalaista ja orastavaa vaurioitumista. Vetokokeissa kahdessa näytteessä havaittiin lievää lujuuden alenemista. Karbonatisoituminen on saavuttanut osan parvekelaaatan alapinnan raudoitteista ja lähitulevaisuudessa on mahdollista, että laatan alapinnalle syntyy vaurioita. Tuuletusparvekkeiden vedeneristeet sekä maalipinnoitteet ovat paikoin erittäin huonossa kunnossa, eikä rakenteessa ole enää toimivaa vedeneristystä. Parvekkeet altistuvat suurelle kosteusrasitukselle, joka osaltaan kiihdyttää parvekerakenteiden vaurioita. Parvekerakenteet ovat suositeltavaa korjata perusteellisella pinnoitus- ja paikkauskorjauksella 1-2 vuoden kuluessa.

1 Yleistä

1.1 Tutkimuksen tilaaja

Nimi:	Rauman Asunnot Oy c/o Rauman Kaupungin isännöintitoimisto
Osoite:	Valtakatu 2, 26101 Rauma
Yhdyshenkilö:	Ismo Timonen
Puhelin:	044 403 6002
Sähköposti:	ismo.timonen@rauma.fi

1.2 Kohteen tunnistetiedot ja yleiskuvaus

Tutkimuksen kohde:	Rauman Asunnot Oy
Osoite:	Meriraumantie 13-15 26200 Rauma
Tehtävä:	Julkisivu- ja parvekerakenteiden kuntotutkimus
Työnumero:	31 12173.1

Kohde käsittää kaksi asuinkerrostaloa. Toinen rakennuksista on 1+5 -kerroksinen ja toinen on 1+3 -kerroksinen. Julkisivut ovat maalattuja betonisia sandwich-elementtejä.

Kohteessa on yhteensä 63 huoneistoparveketta sekä 11 tuuletusparveketta. Parvekkeet ovat osittain sisään vedettyjä elementtiparvekkeita. Parvekelaatat on kannatettu rakennuksen rungosta ja parvekepielillä. Parvekkeissa on betoniteiset kaiteet ja teräksiset käsijohteet.

Kohde on valmistunut vuonna 1972. Kohteen on suunnitellut Insinööritoimisto Kalevi Narmala.

Tiedossa olevat aikaisemmin tehdyt ulkorakenteisiin kohdistuneet korjaukset:

- tuuletusparvekkeiden peruskorjaus	v.2000
- ulkoseinät maalattu	v.2000
- vesikatteet uusittu	v.2000
- ikkunat uusittu	v.2000
- julkisivusaumojen uusiminen, aloitettu	v.2016

1.3 Kuntotutkimuksen sisältö

Tässä kuntotutkimuksessa tarkastellaan kohteen julkisivujen ja parvekkeiden ja niihin liittyvien rakenteiden kuntoa ja vaurioitumista sekä arvioidaan vaurioitumisen syitä 29.9.2016 laaditun tehtäväluettelon mukaisesti. Lisäksi tutkittiin silmämääräisesti lämpökeskusrakennuksen julkisivut.

Kuntotutkimuksen on suorittanut A-Insinöörit Suunnittelu Oy (Ins. opp. Mika Kalliomäki ja RI (AMK) Arttu Lehtonen). Kenttätutkimukset kohteella on tehty 17-18 marraskuuta 2016. Rakenteille tehtiin silmämääräisten havaintojen lisäksi seuraavia tutkimuksia:

- lämmöneristeen paksuus näyteporausrei'istä 16 mittauspisteestä.

- betonin karbonatisoituminen (fenoliftaleiini-indikaattori, 56 näytettä)
- raudotteiden peitepaksuudet (raudoitemittari Profometer 5+, yleisesti)
- betonin kloridipitoisuus (10 näytettä)
- betonin halkeilu, pakkasvaurioituminen, huokoistus yms. (ohuthietutkimus, 19 näytettä)
- betonin vetolujuus (37 näytettä)
- elementtisaumausten liijy- ja PCB-yhdistepitoisuus (2 näyte)
- pinnoitteen asbestianalyysi (8 näytettä)

1.4 Tutkimuksen rajaus ja luotettavuus

Tässä kuntotutkimuksessa tarkastellaan kohteen julkisivujen ja parvekkeiden betonirakenteiden vaurioita. Näytteenotto on kohdistettu kenttätutkimuksissa tehtyjen havaintojen perusteella.

Kohde sisältää kaksi erillistä asuintaloa. Talot on tutkittu erikseen silmämääräisesti. Vaikka tutkimuksen kohteena oli kaksi erillistä taloa, voidaan tehtyjen havaintojen perusteella tutkimustulokset pääosin yhdistää.

Tutkimusmenetelmät on suunniteltu siten, että useammalla käytössä olevalla menetelmällä pyritään varmistamaan tulosten perusteella syntyneet johtopäätökset. Rakenteiden toimintaa ja siinä esiintyviä puutteita on tarkasteltu sekä kenttätutkimusten yhteydessä, että asiakirjojen perusteella. Tutkimukset on kohdennettu siten, että tutkittavasta rakenteesta saadaan riittävän tarkka käsitys johtopäätösten taustaksi.

Tässä kuntotutkimuksessa ei käsitellä kohteen muiden rakenteiden tai teknisten järjestelmien kuntoa. Kuntotutkimus sisältää ehdotuksen / vaihtoehtoisia ehdotuksia korjaustoimenpiteistä, mutta ennen korjaustoimenpiteiden suorittamista on tehtävä varsinainen korjaussuunnittelu, jossa määritellään tarkemmin kohteeseen soveltuvat korjausmenetelmät.

Tutkittavien rakenteiden kunnosta saatiin tutkimuksilla varsin hyvä käsitys. Luotettavuuden kannalta puutteina voidaan todeta seuraavat asiat:

- Nostokoneella ei ollut mahdollista päästä Meriraumantie 15:sta koko länsijulkisivulle. Tämä julkisivu tarkastettiin silmämääräisesti maantasosta ja kopterikuvaamalla julkisivu siltä osin, mihin ei nostokoneella päästy.

1.5 Kohteen rakennusaikaiset määräykset

Kohteen rakennusaikaiset julkisivubetonirakenteiden säilyvyyteen ja muuhun tekniseen laatuun merkittävästi vaikuttavat määräykset ja ohjeet (Betoninormit 1971) ovat olleet seuraavat:

- | | | |
|-------------------------------------|---------|---------------------------------------|
| - betonin lujuusluokka | | K25 |
| - raudituksen suojabetonipeite | | harjateräs 20 mm
sileä teräs 15 mm |
| - betonin sallittu kloridipitoisuus | | ei vaatimusta |
| - ulkokuoren paksuus | | 50 mm |
| - pesubetonin maksimiraekoko | | 16 mm |
| - lämmöneriste | paksuus | 90 mm |
| | lujuus | 2 kN/m ² |

- lämmöneristeen läpi menevät teräsosat ruostumatonta terästä
- syöpymisvaaralle alttiit kiinnikkeet korroosion kestävästä aineesta
- lämpökäsittelyä korkeissa lämpötiloissa (> 60 °C) ei suositella
- betonin pakkasenkestävyyteen vaikuttavan lisähuokostuksen käyttöä suositeltiin, käyttö talonrakennuksen elementtituotannossa oli harvinaista
- modulimitoitus ja tyyppidetallit BES-julkaisun mukaan
- BY 4 Luokitusohjeet.

2 Tutkimustulokset

2.1 Julkisivuelementit

2.1.1 Rakenne suunnitelmien ja tehtyjen havaintojen perusteella

Julkisivuelementeistä ei ollut rakennesuunnitelmia käytettävissä. Näytteistä ja kohteella tehtyjen havaintojen perusteella julkisivuelementeistä voidaan todeta seuraavaa:

- Elementit ovat sandwich-tyyppisiä.
- Elementtien pinnalla on maalattu ja harjattu sementtilaasti.
- Sementtilaastin paksuus näytteistä mitattuna arviolta 0-3 mm.
- Ulkokuoren paksuus pitkien sivujen ruutuelementtien osalla on keskimäärin 64 mm (vaihtelu 52–80 mm).
- Ulkokuoren paksuus päätyjen umpielementtien osalla on keskimäärin 59 mm (39–78 mm).
- Lämmöneristeen paksuus on pitkien sivujen ruutuelementeissä keskimäärin 87 mm (vaihtelu välillä 65–100 mm).
- Lämmöneristeen paksuus on päätyjen umpielementeissä keskimäärin 90 mm (vaihtelu välillä 82–95 mm).

2.1.2 Betonin halkeilu, tiivistyminen ja muu laatu

Julkisivuelementeistä havaittiin seuraavaa:

- Elementeissä havaittiin uuden maalipinnan alta esiin tulleita yksittäisiä halkeamia.
- Meriraumantie 15 pohjoispäädyn umpielementeissä havaittiin runsaasti halkeamia.
- Julkisivuelementtien betoni on keskinkertaisesti tiivistynyttä.

2.1.3 Raudituksen korrosio

Kohteella tehdyt havainnot

Julkisivuelementtien osalla havaittiin yksittäisiä näkyviä teräskorroosiovauriota. Aikaisempi julkisivukorjaus on peittänyt mahdollisia vaurioita ja niitä voi olla uuden maalipinnan alla piilossa.

Betonin karbonatisoituminen

RAKENNE / NÄYTEMÄÄRÄ		KARBONATISOITUMISSYVYYS [mm]	
		KESKIARVO / VAIHTELU	MAKSIMI / VAIHTELU
JS, Ruutu / 8 kpl	ulkopinta	12 / 8...17	18 / 10...22
	sisäpinta	3 / 0...7	5 / 0...15
Ullakkonauha / 5 kpl	ulkopinta	6 / 3...9	13 / 7...21
	sisäpinta	12 / 6...15	22 / 13...42
JS, Umpi / 8 kpl	ulkopinta	11 / 4...15	17 / 7...22
	sisäpinta	1 / 0...5	3 / 0...15

Karbonatisoitumissyvyyksissä ei havaittu merkittäviä eroja eri talojen välillä. Yllä olevassa taulukossa on esitetty yhteenveto kohteen julkisivuelementtien karbonatisoitumissyvyyksistä.

Kohteen pitkien julkisivujen ruutuelementeistä otetuissa betoninäytteissä ulkopintojen karbonatisoituminen on edennyt keskimääräistä hitaammin. Sisäpintojen keskimääräinen karbonatisoitumisrintama on edennyt tyypillisen hitaasti.

Betoninäytteiden karbonatisoitumisessa oli eri näytteiden välillä suuria eroja. Karbonatisoituminen on edennyt yksittäisissä näytteissä paikoin syväälle betoniin.

Umpelementtien ulkopinnoilla karbonatisoituminen on edennyt keskimääräistä hitaammin. Sisäpinnoilla karbonatisoitumista havaittiin vain yksittäisen näytteen (MR 08) kohdalla.

Ullakkonauhaelementeissä karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnalla melko hitaasti ja sisäpinnalla, tuulettuvassa ullakkotilassa, tyypillisen nopeasti.

Raudotteiden suojabetonipaksuudet

RAKENNE		RAUDOITUKSEN BETONIPEITE	
		PÄÄOSIN YLI / OSUUS	OSUUS ALLE 15 mm
Ullakkonauha	Verkko	25 mm / 95 %	1 %
	Reunateräkset	10 mm / 96 %	36 %
JS, Ruutu	Reunateräkset	20 mm / 92 %	1 %
	Verkko	20 mm / 94 %	0 %
	Aukkojen teräkset	25 mm / 97 %	0 %
JS, Umpi	Reunateräkset	20 mm / 91 %	2 %
	Verkko	25 mm / 90 %	0 %
	Elementin päätyhaat	20 mm / 95 %	0 %

Taulukossa on esitetty yhteenveto kohteen julkisivuelementtien raudoitteiden suojabetonipaksuuksista. Peitepaksuuksissa ei talojen välillä havaittu merkittäviä eroja.

Ullakkonauhaelementtien reunateräkset ovat jääneet osittain pintaan, 36% teräksistä sijaitsee alle 15mm syvyydessä.

Ullakkoelementtien reunaterästen osalla peitepaksuusmittaukset ovat jääneet melko vähäisiksi (47kpl).

Muilta osin kohteen julkisivuelementtien peitepaksuudet ovat kohtalaisen hyviä ja täyttävät pääosin rakennusaikaiset määräykset.

Betonin kloridipitoisuus

Julkisivuelementtien betonin kloridipitoisuutta tutkittiin viidellä näytteellä, joista kaksi on otettu pitkän sivun ruutuelementeistä, kaksi päädyn umpielementeistä ja yksi ullakkonauhaelementistä.

Näytteen tunnus	Rakenne	Näytteen paino [g]	Ammoniumtiosyanaatti [ml]	Kloridipitoisuus [p-%-näytteestä]
MR CL 01	JS, Umpi	4,827	4,74	0,02
MR CL 02	JS, Umpi	4,812	4,89	0,01
MR CL 11	JS, Ruutu	4,826	4,75	0,02
MR CL 12	JS, Ruutu	4,865	4,85	0,01
MR CL 21	Ullakkonauha	4,838	4,92	0,01

Tulosten perusteella betonissa ei esiinny betonirakenteiden säilyvyydelle haitallista määrää klorideja. Kaikkien näytteiden kloridipitoisuus oli 0,01 - 0,02 paino-% betonin painosta mitattuna.

Kynnysarvoa vähäisempi määrä klorideja voi kiihdyttää karbonatisoituneessa betonissa olevien raudoitteiden korroosiota.

Kriittisen rajan ylittävä määrä klorideja mahdollistaa korroosion myös karbonatisoitumattomassa betonissa sijaitsevilla raudotteilla ja kiihdyttää karbonatisoituneessa betonissa olevien raudoitteiden korroosiota. (kriittinen raja 0,03-0,07 paino-%).

Arvio julkisivuelementtien korroosiotilasta

Karbonatisoituminen on julkisivujen ruutu- ja umpielementtien osalla edennyt keskimääräistä hitaammin, umpielementeissä karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnoilla melko hitaasti ja sisäpinnoilla tyypillisen nopeasti. Karbonatisoituminen on saavuttanut laskennallisesti arvioiden vain vähän julkisivujen ulko- ja sisäpintojen raudotteista.

Karbonatisoituminen on ohuthietutkimuksen perusteella vähäistä, mutta ulottuu näytteissä MR 08 ja MR 24 sisäpinnalla teräsyvyydelle. Teräskorroosio on käynnistynyt, mutta ruosteisuus on vielä hyvin vähäistä, eikä siihen havaittu liittyvän betonin vaurioitumista.

Lähitulevaisuudessa (noin 10 vuoden kuluessa) karbonatisoituminen saavuttaa vain vähän lisää raudotteita.

2.1.4 Betonin pakkasrapautuminen

Kohteella tehdyt havainnot

Kohteen julkisivuelementtien pinnoissa ei havaittu merkittäviä pakkasrapautumiseen viittaavia näkyviä vaurioita. Yksittäisissä elementeissä havaittiin nurkka-alueilla lievää betonin pehmentymää vasaroimalla. Maantasokerroksen elementeissä ei havaittu merkittäviä betonin pakkasrapautumiseen viittaavia vaurioita.

Betonin vetolujuus

RAKENNE JA NÄYTE		LUJUUS [MPa]	MURTOTAPA
Pääty, umpi	MR 02	1,4	Murtokohta 15-25 mm ulkopinnasta, 3 mm terästä pitkin.
	MR 03	3,7	Murtokohta 25-32 mm ulkopinnasta. Max. 9 mm raetta ja max. 5 mm huokosta myötäillen.
	MR 04	2,4	Murtokohta 65-72 mm ulkopinnasta, max. 5 mm raetta myötäillen.
	MR 05	2,9	Murtokohta 1-10 mm ulkopinnasta, max. 10 mm raetta myötäillen.
	MR 06	3,2	Murtokohta 5 mm ulkopinnasta, max. 5 mm rakeiden pintaa pitkin.
	MR 07	3,0	Murtokohta 20-25 mm ulkopinnasta. 3 mm pyöröteräksen pintaa pitkin ja max. 6 mm rakeiden pintaa pitkin.
	ka.	2,8	
Pitkä sivu, ruutu	MR 12	3,5	Murtokohta 15-25 mm ulkopinnasta. Max. 15 mm raetta myötäillen.
	MR 14	4,3	Murtokohta 24-34 mm ulkopinnasta. Max. 15 mm raetta ja max. 7 mm huokosta myötäillen.
	MR 15	2,1	Murtokohta 40 mm. 3 mm pyöröteräksen pintaa pitkin ja max. 5 mm rakeiden pintaa pitkin.
	MR 17	2,2	Murtokohta 25-35 mm ulkopinnasta. 7 mm harjateräksen pintaa pitkin ja max. 5 mm rakeiden pintaa pitkin.
	MR 18	2,8	Murtokohta 30-35 mm ulkopinnasta. Max. 10 mm rakeiden pintaa pitkin.
	ka.	3,0	
Ullakkonauha	MR 22	3,6	Murtokohta 29-39 mm ulkopinnasta. 3 mm terästä ja max. 13 mm raetta myötäillen.
	MR 23	2,2	Murtokohta 50 mm ulkopinnasta. 3 mm terästä ja max. 13 mm raetta myötäillen.
	MR 25	3,1	Murtokohta 34-50 mm ulkopinnasta. Max. 16 mm raetta myötäillen.

RAKENNE JA NÄYTE		LUJUUS [MPa]	MURTOTAPA
	ka.	3,0	

Vetolujuuskokeissa betonin lujuudessa ei havaittu merkkejä betonin pakkasrapautumisen aiheuttamasta lujuuden alentumisesta.

Yhdessä kokeessa (MR 02) vetolujuus oli hieman alentunut 1,4 MPa. Tämä voi johtua murtopinnassa olevasta teräksestä.

Julkisivuelementtien vetolujuudet ovat hyviä ja täyttävät korjauslustralle asetetut yleiset vaatimukset (>1,0 - 1,5 MPa korjaustavasta riippuen).

Ohuthietutkimukset

Julkisivuelementtien betonia tutkittiin ohuthietutkimuksella seitsemän näytteen avulla:

Ohuthietaulukko 1. Tulosityhteenveto julkisivut ja ullakkonauha. Näytemateriaalin laatua ja kuntoa on kuvattu arviolla hyvä, tyydyttävä, välttävä tai heikko. Rapautuneisuutta on kuvattu arviolla ei rapautumaa, orastavaa, vähäistä, kohtalaista tai voimakasta. Kaikkien arvioiden perustana on käytetty ohuthieanalyysistä saatuja tuloksia.

Näyte	Rakenneosa/ pinta	Laatu	Kunto	Karbonati- soituminen [ka]	Pakkaskesto/ huokostäytteen	Rapautuneisuus
MR 01	Julkisivu, umpi/ ulkopinta	tyydyttävä	hyvä	10 mm	Ei/Vähän haitallisia kiteytymiä (ettringiitti)	Ei rapautumaa
MR 08	Julkisivu, umpi/ läpi	tyydyttävä	tyydyttävä	Up 8 mm Sp 5 mm	Ei/Vähän haitallisia kiteytymiä (ettringiitti)	Orastavaa
MR 11	Julkisivu, ruutu/ ulkopinta	tyydyttävä	hyvä	7 mm	Ei/Vähän haitallisia kiteytymiä (ettringiitti)	Ei rapautumaa
MR 13	Julkisivu, ruutu/ ulkopinta	tyydyttävä	hyvä	10 mm	Ei/Yksittäin umpeutuneet (ettringiitti)	Ei rapautumaa
MR 16	Julkisivu, ruutu/ ulkopinta	tyydyttävä	hyvä	5 mm	Ei/Yksittäin umpeutuneet (kalsiumhydroksidi)	Ei rapautumaa
MR 21	Ullakko- nauha/ ulkopinta	tyydyttävä	hyvä	4 mm	Ei/Ei haitallisia kiteytymiä	Ei rapautumaa
MR 24	Ullakko- nauha/ ulkopinta	välttävä	tyydyttävä	4 mm	Ei/Vähän haitallisia kiteytymiä (ettringiitti)	Ei rapautumaa

Julkisivujen näytteet ovat pääosin tasalaatuisia, mutta epätäydellisesti tiivistyneitä.

Ohuthietutkimuksen mukaan näytteessä MR 08 havaittiin orastavaa pakkasrapautumista. Muissa näytteissä ei rapautuneisuudesta ollut merkkejä.

Näytteiden huokosissa havaittiin paikoin vähäisiä määriä haitallisia ettringiittikiteytymiä. Kahdessa näytteessä (MR 13 ja MR 16) yksittäiset suojahuokokset ovat umpeutuneet kiteytymistä. Kiteytymät voivat huokosia täyttäessään heikentää betonin pakkasenkestävyyttä.

Suojahuokostus on kaikissa näytteissä puutteellinen, eikä betoni huokosrakenteensa perusteella arviolta ole pakkasenkestävää kosteusrasituksessa.

Arvio julkisivuelementtien pakkasvaurioista

Pakkasrapautumisen aiheuttamaa betonin pehmentymistä havaittiin vasaroimalla yksittäisissä elementeissä. Silmämääräisesti ei havaittu pakkasrapautumisesta johtuvaa vaurioitumista.

Vetolujuuskokeissa ei ollut selviä merkkejä lujuuden alentumisesta, vaan vetokokeen tulokset olivat hyviä. Ohuthietutkimuksessa ei havaittu merkittävää pakkasrapautumisesta johtuvaa vaurioitumista.

Julkisivuelementtien betonia ei voida pitää huokosrakenteensa perusteella pakkasenkestävänä kosteusrasituksessa. Lähitulevaisuudessa (10 vuotta) on mahdollista, että kosteusrasiteuimmille kohdille syntyy vaurioita.

2.1.5 Saumat ja muodonmuutokset

Kohteen julkisivuelementtien vuonna 2016 uusitut saumat ovat tiiviit ja hyväkuntoiset. Vanhoissa saumoissa havaittiin halkeilua ja yksittäisiä epätiivelyskohtia.

Saumojen taustalla on käytetty solumuovista pohjanauhaa. Saumoista otetuista saumanäyteistä sauman leveys vaihteli välillä 11–17 mm ja paksuus 5-7 mm.

Saumojen risteyskohdissa on tuuletusputket.

Alemman vesikaton ja seinän liittymässä Meriraumantie 13 keskivaiheella on jäänyt yksi elementtien välinen vaakasauma saumaamatta.

Saumamassasta tehdyissä haitta-ainetutkimuksissa todettiin, etteivät näytteet sisällä PCB:tä, eikä lyijyä yli viranomaisten määrittelemän raja-arvon (PCB 50 mg/kg, PB 750 mg/kg).

Rakenteissa ei havaittu muodonmuutoksia tai vaurioita, joilla olisi vaikutusta elementtisaumojen toimintaan.

2.1.6 Kosteustekninen toiminta

Julkisivuelementtien aukkojen yläreunat on osin kallistettu ulospäin ja rakenne toimii tippa-reunana. Ikkunoiden vesipeltien liitoksissa ei havaittu kosteuden aiheuttamia vaurioita ja peltien kallistus on pääasiassa hyvä. Vesipeltien ulkonema on kohtalainen.

Elementtien saumojen risteyskohdissa on tuuletusputket. Elementtien tuulettuminen ulkokuorien sisäpinnalla on karbonatisoitumismittausten perusteella kuitenkin puutteellista.

Räystäspellit ovat pääosin toimivia. Meriraumantie 15 länsisivulla pohjoispäädystä, puuttuu räystäspelti muutaman metrin matkalta.

2.1.7 Pinnoitteet ja pintatarvikkeet

Julkisivujen maalatuissa elementeissä havaittiin lieviä pinnoitteen vaurioita. Osalla julkisivuista pinnoite on kulunut ja likainen. Muutoin kohteen julkisivupinnoitteen voidaan todeta olevan kohtalaisen hyvässä kunnossa. Kohteen maantasokerroksen elementtien pinnoilla oli paikoin havaittavissa pinnoitteen halkeilua.

Kohteen julkisivuelementtien pinnoitteesta tehtiin kolme kappaletta asbestianalyysyjä. Asbestianalyysien perusteella pinnoitteet eivät sisällä asbestia.

2.1.8 Kiinnitykset, kannatukset ja sidonnat

Ulkokuorien kiinnityksissä on todennäköisesti käytetty yleisesti sandwich-rakenteisissa elementeissä käytettyjä diagonaaliansaita, joiden diagonaalit ovat ruostumattomasta teräksestä ja paarteet tavallista harjaterästä.

Tutkimuksissa ei havaittu ulkokuoren liikkumiseen viittaavaa elementtien porrastusta tai saumojen venymiä.

Ulkokuorien kiinnityksestä ei tutkimuksessa saatu viitteitä. Tutkimusten yhteydessä ei kuitenkaan havaittu kiinnitysten puutteisiin viittaavia vaurioita.

2.2 Huoneistoparvekkeet

2.2.1 Rakenteet suunnitelmien perusteella

Huoneistoparvekkeista ei ollut rakennesuunnitelmia käytettävissä. Kohteella tehtyjen havaintojen perusteella voidaan rakenteista todeta seuraavaa:

- Parvekkeet ovat elementtirakenteisia, osittain rakennusrungon sisään vedettyjä. Parvekkeet on kannatettu pielitelementeillä sekä rakennusrungosta.
- Parvekekaide on pääosin betonirakenteinen. Kaiteen yläosassa on teräksinen käsijohde.
- Parvekelaatan paksuus on näytteistä mitattuna noin 233 mm (vaihtelu 217-260 mm) ja kaiteen paksuus on noin 75 mm (vaihtelu 70-78 mm).
- Parvekepielen paksuus on näytteistä mitattuna noin 166 mm (vaihtelu 161 – 170 mm).
- Parvekelaatan raudoituksena on käytetty Ø 6 ja 8 mm teräksiä.
- Parvekepielissä on Ø 8 mm teräksiä.
- Kaiteissa on Ø 4 mm teräksiä.
- Parvekelaatan yläpinnalla on erillinen vedeneriste (polyuretaanipinnoite).
- Parvekelaatan vedenpoisto on toteutettu kahdella poistoputkella parvekekaiteen läpi. Laatan yläpinta on kallistettu kohti kaidetta ja etureunassa on ura, joka ohjaa veden vedenpoistoputkille.

2.2.2 Betonin halkeilu, tiivistyminen ja muu laatu

Parvekelaatoista havaittiin seuraavaa:

- Betoni on osassa näytteistä tiivistykseltä keskimääräistä huonompaa.

Parvekekaiteista havaittiin seuraavaa:

- Betonissa havaittiin yksittäisiä halkeamia. Lähinnä teräksisen käsijohteen kiinnityskohdissa.
- Näytteissä betoni on tiivistykseltään keskinkertaista.

Parvekepielistä havaittiin seuraavaa:

- Näytteissä betoni on tiivistykseltään keskinkertaista.

2.2.3 Raudituksen korrosio

Kohteella tehdyt havainnot

Huoneistoparvekkeissa havaittiin yksittäisiä teräskorroosiovaurioita.

Betonin karbonatisoituminen

RAKENNE / NÄYTEMÄÄRÄ		KARBONATISOITUMISSYVYYS [mm]	
		KESKIARVO / VAIHTELU	MAKSIMI / VAIHTELU
Huoneistoparvekepieli / 7 kpl	ulkopinta	14 / 6...22	21 / 12...29
	sisäpinta	16 / 9...21	21 / 15...27
Huoneistoparveke-laatta / 7 kpl	alapinta	10 / 1...20	17 / 1...31
	yläpinta	7 / 2...19	14 / 3...24
Huoneistoparveke-kaide / 7 kpl	ulkopinta	8 / 6...14	16 / 10...25
	sisäpinta	6 / 3...12	13 / 8...16

Yllä olevassa taulukossa on esitetty yhteenveto kohteen huoneistoparvekkeiden karbonatisoitumissyvyyksistä. Karbonatisoitumissyvyyksissä ei havaittu merkittäviä eroja eri talojen välillä.

Parvekelaattojen alapinnoissa karbonatisoituminen on edennyt hieman normaalia hitaammin. Yläpinnoissa betonin karbonatisoituminen on edennyt tyypillisen hitaasti. Karbonatisoitumissyvydet on ilmoitettu parvekelaatan yläpinnasta alkaen sisältäen polyuretaanipinnoitteen ja mahdolliset laastipaikat.

Parvekekaiteissa karbonatisoituminen on edennyt keskimäärin normaalia hitaammin. Karbonatisoituminen on kuitenkin edennyt yksittäisissä näytteissä ulko- ja sisäpinnoiltaan paikoin syvälle betoniin.

Parvekepielissä karbonatisoituminen on edennyt arviolta normaalia nopeutta.

Raudoitteiden suojabetonipaksuudet

RAKENNE		RAUDOITUKSEN BETONIPEITE	
		PÄÄOSIN YLI / OSUUS	OSUUS ALLE 15 mm
Huoneistoparvekepieli	Reunateräkset	20 mm / 96 %	0 %
Huoneistoparvekelaatta	Yläpinnan teräkset	25 mm / 100 %	0 %
	Alapinnan teräkset	15 mm / 97 %	3 %
Huoneistoparvekekaide	Sisäpinnan teräkset	20 mm / 93 %	1 %
	Ulkopinnan teräkset	15 mm / 92 %	8 %

Taulukossa on esitetty yhteenveto kohteen huoneistoparvekkeiden raudoitteiden suojabetonipaksuuksista. Talojen välillä ei havaittu merkittäviä eroja.

Parvekelaattojen alapintojen ja kaiteiden ulkopinnan suojabetonipeitteet ovat osin pieniä. Muilta osin suojabetonipeitteet ovat kohtalaisen hyviä ja täyttävät pääosin rakennusaikaiset määräykset.

Betonin kloridipitoisuus

Huoneistoparvekkeiden betonin kloridipitoisuutta tutkittiin kolmen näytteen (1 kaide, 1 laatta ja 1 pieli) avulla. Tulokset alla olevassa taulukossa.

Näytteen tunnus	Rakenne	Näytteen paino [g]	Ammoniumtiosyanaatti [ml]	Kloridipitoisuus [p-%-näytteestä]
MR CL 31	Huoneistoparvekekaide	4,806	4,84	0,01
MR CL 41	Huoneistoparvekelaatta	4,831	4,94	0,01
MR CL 51	Huoneistoparvekepieli	4,809	4,79	0,02

Tulosten perusteella betonissa ei esiinny betonirakenteiden säilyvyydelle haitallista määrää klorideja. Kaikkien näytteiden kloridipitoisuus oli 0,01 - 0,02 paino-% betonin painosta mitattuna.

Kynnysarvoa vähäisempi määrä klorideja voi kiihdyttää karbonatisoituneessa betonissa olevien raudoitteiden korroosiota.

Kriittisen rajan ylittävä määrä klorideja mahdollistaa korroosion myös karbonisoitumattomassa betonissa sijaitsevilla raudotteilla ja kiihdyttää karbonatisoituneessa betonissa olevien raudoitteiden korroosiota. (kriittinen raja 0,03-0,07 paino-%).

Arvio huoneistoparvekkeiden korroosiotilasta

Huoneistoparvekkeissa havaittiin yksittäisiä näkyviä teräskorroosiovaurioita.

Karbonatisoituminen on edennyt parvekerakenteissa arviolta normaalia nopeutta. Karbonatisoitumisrintama on saavuttanut laskennallisesti arvioiden vain vähän parvekerakenteiden raudoitteista.

Ohuthietutkimuksen mukaan yhdessä näytteessä (MR 44) karbonatisoituminen ulottuu alapinnassa paikoin teräsyvyydelle ja teräksen pinnassa on vähäistä ruostetta.

Huoneistoparvekkeiden betonissa ei esiinny klorideja haitallisessa määrin.

Lähitulevaisuudessa (10 vuotta) karbonatisoituminen saavuttaa noin 7 % parvekelaattojen alapintojen raudoitteista. Parvekekaiteiden ulkopinnan raudoitteiden osalla karbonatisoituminen ei saavuta merkittävästi lisää raudoitteita. Parvekepielien reunaraudoitteista karbonatisoituminen saavuttaa noin 3 %.

Lähitulevaisuudessa (10 vuotta) rakenteiden pinnoille syntyy lisää näkyviä korroosiovaurioita ja jo olemassa olevat vauriot etenevät kiihtyvällä nopeudella, mikäli rakenteiden kosteusrasitusta ei pidetä alhaisena.

2.2.4 Betonin pakkasrapautuminen

Kohteella tehdyt havainnot

Kohteen huoneistoparvekkeilla ei havaittu näkyviä pakkasrapautumiseen viittaavia vaurioita.

Betonin vetolujuus

RAKENNE JA NÄYTE		LUJUUS [MPa]	MURTOTAPA
Huoneistoparvekekaide	MR 31	2,7	8 mm terästä ja max. 20 mm raetta myötäillen. Murtokohta 50 mm ulkopinnasta.
	MR 33	2,2	3 mm terästä ja max. 25 mm raetta myötäillen. Murtokohta 27-41 mm ulkopinnasta.
	MR 34	3,9	Max. 10 mm rakeiden pintaa pitkin. Murtokohta 35 mm ulkopinnasta.
	MR 35	3,5	3 mm pyöröteräksen pintaa pitkin ja max. 10 mm rakeiden pintaa pitkin. Murtokohta 30-40 mm ulkopinnasta.
	MR 36	3,0	Max. 10 mm rakeiden ja 4 mm pyöröteräksen pintaa pitkin. Murtokohta 25-35 mm sisäpinnasta.
	ka.	3,1	
Huoneistoparvekelaatta	MR 41	1,9	Max. 25 mm raetta myötäillen. Murtokohta 40-64 mm alapinnasta.
	MR 42	1,2	Max. 40 mm raetta myötäillen. Murtokohta 119-122 mm alapinnasta.
	MR 43	0,9	Max. 30 mm raetta ja surrilankaa myötäillen. Murtokohta 35-69 mm alapinnasta.

RAKENNE JA NÄYTE		LUJUUS [MPa]	MURTOTAPA
	2. veto	1,1	10 mm harjaterästä ja max. 14 mm raetta myötäillen. Murtokohta 19-27 mm alapinnasta.
	MR 47	0	Max. 35 mm raetta myötäillen. Murtokohta 55-62 mm alapinnasta.
	2. veto	1,3	Max. 27 mm raetta myötäillen. Murtokohta 23-45 mm alapinnasta.
	ka.	1,3	
Huoneistoparvekepieli	MR 51	2,4	Max. 15 mm raetta myötäillen. Murtokohta 90 mm ulkopinnasta.
	MR 53	1,9	Max. 27 mm raetta myötäillen. Murtokohta 33-42 mm pohjoispinnasta.
	MR 54	1,9	30x15 mm rakeen pintaa pitkin. Murtokohta 60-80 mm itäpinnasta.
	MR 55	2,6	Max. 20 mm rakeiden pintaa pitkin. Murtokohta 60-110 mm ulkopinnasta.
	MR 56	1,4	9 mm pyöröteräksen pintaa pitkin ja 15 mm rakeen pintaa pitkin ja n. 5 mm huokosia 3 kpl. Murtokohta 130-140 mm ulkopinnasta.
	ka.	2,0	

Yllä olevissa taulukoissa on koottuna huoneistoparvekenäytteiden vetolujuuskokeiden tulokset.

Parvekelaatasta tehdyissä vetokokeissa kahden näytteen (MR 43 ja MR 47) vetolujuudet olivat ensimmäisellä vedolla vain 0,9 MPa ja 0 MPa, ja murtotapa oli kiviainesrakeiden pintaa pitkin. Lujuuden aleneminen sekä murtotapa viittaavat mahdolliseen alkavaan betonin pakkasrapautumiseen.

Parvekekaiteiden ja parvekepielien vetolujuuskokeissa ei havaittu lujuuden alentumista.

Muiden tulosten osalta betonin vetolujuus täyttää korjausalustalle asetetut yleiset vaatimukset (>1,0 - 1,5 MPa korjaustavasta riippuen).

Ohuthietutkimukset

Huoneistoparvekkeiden betonia tutkittiin ohuthietutkimuksella seitsemän näytteen avulla (3 laattaa, 2 kaidetta, 2 pieltä):

Ohuthietaulukko 2. Tulosityhteenveto huoneistoparvekkeet. Näytemateriaalin laatua ja kuntoa on kuvattu arviolla hyvä, tyydyttävä, välttävä tai heikko. Rapautuneisuutta on kuvattu arviolla ei rapautumaa, orastavaa, vähäistä, kohtalaista tai voimakasta. Kaikkien arvioiden perustana on käytetty ohuthieanalyysistä saatuja tuloksia.

Näyte	Rakenneosa/ pinta	Laatu	Kunto	Karbonati- soituminen [ka]	Pakkaskesto/ huokostäytteen	Rapautuneisuus
MR 32	Huoneistoparvekekaide/ ulkopinta	tyydyttävä	hyvä	6 mm	Ei/Vähän haitallisia kiteytymiä (ettringiitti)	Ei rapautumaa
MR 37	Huoneistoparvekekaide/ ulkopinta	tyydyttävä	hyvä	6 mm	Ei/Vähän haitallisia kiteytymiä (ettringiitti)	Ei rapautumaa
MR 44	Huoneistoparvekelaatta/ alapinta	tyydyttävä	tyydyttävä	15 mm	Ei/Yksittäin umpeutuneet (kalsiumhydroksidi)	Ei rapautumaa
MR 45	Huoneistoparvekelaatta/ alapinta	tyydyttävä	tyydyttävä	15 mm	Ei/Yksittäin umpeutuneet (ettringiitti)	0–2 mm: vähäistä 2–45 mm: ei rapautumaa
MR 46	Huoneistoparvekelaatta/ alapinta	tyydyttävä	hyvä	2 mm	Ei/Vähän haitallisia kiteytymiä (ettringiitti)	Ei rapautumaa
MR 52	Huoneistoparvekepieli/ ulkopinta	hyvä	hyvä	6 mm	Ei/Vähän haitallisia kiteytymiä (ettringiitti)	Ei rapautumaa
MR 57	Huoneistoparvekepieli/ ulkopinta	hyvä	hyvä	15 mm	Ei/Ei haitallisia kiteytymiä	Ei rapautumaa

Huoneistoparvekerakenteiden näytteet ovat pääosin tasalaatuisia ja keskimäärin melko hyvin tiivistyneitä.

Näytteissä ei havaittu merkittävää viitteitä rapautumisesta, lukuun ottamatta näytteen MR 45 alapintaa. Vähäinen säröily liittyy arviolta kuivumiskutistumiseen. Heikentyneet kiviainestartunnat voivat jossain määrin heikentää betonin lujuutta.

Näytteiden huokostäytteinä havaittiin vähäisiä määriä haitallisia ettringiittikiteytymiä. Kahdessa näytteessä (MR 44 ja MR 45) yksittäiset suojahuokokset ovat umpeutuneet kiteytymistä. Kiteytymät voivat huokosia täyttäessään heikentää betonin pakkasenkestävyyttä.

Suojahuokostus on kaikissa näytteissä puutteellinen, eikä betoni huokosrakenteensa perusteella arviolta ole pakkasenkestävää kosteusrasituksessa.

Arvio parvekkeiden pakkasvaurioista

Parvekerakenteissa ei havaittu silmämääräisesti pakkasrapautumiseen viittaavia vaurioita.

Parvekerakenteissa ei esiinny ohuthietutkimuksen mukaan betonin pakkasrapautumisen aiheuttamaa vaurioitumista. Vetokokeiden tulokset pääosin hyviä. Kahdessa parvekelaattanäytteessä vetolujuus on alentunut ja murtotapa on kiviainesrakeita myötäillen. Tämä voi viitata alkavaan pakkasrapautumaan.

Parvekerakenteiden betonia ei voida pitää pakkasenkestävänä kosteusrasituksessa ja lähtulevaisuudessa (10 vuotta) alkavat pakkasvauriot etenevät korjaamattomina kiihtyvää vauhtia.

2.2.5 Vedenpoisto ja kosteustekninen toiminta

Parvekkeiden vedenpoistosta ja kosteusteknisestä toiminnasta voidaan todeta seuraavaa:

- Parvekerakenteiden vedenpoisto on toteutettu ulosheittoputkilla (n. Ø 30 mm) parvekekaiteiden läpi. Laatan yläpinta on kallistettu kohti kaidetta ja etureunassa on ura, joka ohjaa veden vedenpoistoputkille.
- Parvekelaattojen yläpinnassa on vedeneristeenä polyuretaanipinnoite.
- Vedenpoistourassa kallistukset ovat pääosin pieniä, mutta toimivia.
- Parvekkeilla on tuulen tuomia irtonaisia lehtiä ja havunneulasia, jotka osin tukkivat vedenpoistoputket.
- Vedenpoistoputken halkaisija on pieni ja tehtyjen havaintojen perusteella toimimaton. Tämä mahdollistaa vedenlammikoitumisen parvekkeille ja näin ollen nostaa parvekkeiden kosteusrasitusta.
- Parvekerakenteissa on havaittavissa runsaasti merkkejä kosteuden kulkeutumisesta rakenteiden läpi.
- Parvekerakenteiden pinnoilla on monin paikoin kasvillisuutta, joka kertoo rakenteiden olevan pitkiäkin aikoja märkinä.
- Parvekelaattojen yläpinnan vedeneriste on paikoin huonossa kunnossa.
- Parvekkeiden vauriot vaihtelevat suuresti eri parvekkeiden välillä.
- Yhden parvekkeen vedenpoistoputket puuttuivat ja vedenpoistona toimi ainoastaan kaksi reikää jotka tulevat kaiteesta läpi.

2.2.6 Saumat ja muodonmuutokset

Kaikki parvekerakenteisiin liittyvät saumat ovat laastisaumoja. Saumausten kunnossa ei ole havaittavissa merkittäviä puutteita tai merkkejä parvekerakenteiden poikkeuksellisista muodonmuutoksista.

Elementtien välillä ei havaittu merkittävää hammastusta. Parvekkeiden sidontaan tai kannatukseen liittyviä vaurioita ei havaittu.

2.2.7 Pinnoitteet ja pintatarvikkeet

Huoneistoparvekkeiden pinnoitteessa havaittiin vaurioitumista. Parvekelaatan yläpinnassa oleva vedeneriste on osittain kulunut ja huonokuntoinen. Parvekelaattojen alapinnoilla havaittiin merkittäviä ja osin laaja-alaisia pinnoitteenvaurioita. Parvekekaiteissa maalipinta irtoilee ja hilseilee ja on kulunut. Vauriot vaihtelevat suuresti eri parvekkeiden välillä.

2.2.8 Kiinnitykset, kannatukset ja sidonnat

Huoneistoparvekkeet ovat pieliseinillä kannatettuja rakennusrungosta sisään vedettyjä parvekkeita.

Kenttätutkimuksissa ei havaittu elementtien välistä porrastusta tai elementtien/elementtisaumojen vaurioita, jotka viittaisivat kannatusten tai kiinnitysten heikkenemiseen.

2.3 Tuuletusparvekkeet

2.3.1 Rakenteet suunnitelmien perusteella

Tuuletusparvekkeista ei ollut rakennesuunnitelmia käytettävissä. Kohteella tehtyjen havaintojen ja näytteiden perusteella voidaan rakenteista todeta seuraavaa:

- Parvekkeet ovat elementtirakenteisia, rakennusrungon sisään vedettyjä. Parvekkeet on kannatettu rakennusrungosta.
- Parvekekaide on pääosin betonirakenteinen. Kaiteen yläosassa on teräksinen tuuletusteline.
- Parvekelaatan paksuus on näytteistä mitattuna noin 241 mm (vaihtelu 219-258 mm) ja kaiteen paksuus on noin 75 mm (vaihtelu 71-79 mm).
- Parvekelaatan raudoituksena on käytetty Ø 8 ja 10 mm teräksiä.
- Kaiteissa on Ø 4 mm teräksiä.
- Parvekelaatan yläpinnalla on erillinen vedeneriste (polyuretaanipinnoite).
- Parvekelaatan vedenpoisto on toteutettu kahdella poistoputkella parvekekaiteen läpi. Laatan yläpinta on kallistettu kohti kaidetta ja etureunassa on ura, joka ohjaa veden vedenpoistoputkille.

2.3.2 Betonin halkeilu, tiivistyminen ja muu laatu

Parvekelaatoista havaittiin seuraavaa:

- Betonissa havaittiin yksittäisiä halkeamia.
- Näytteissä betoni on tiivistykseltään keskinkertaista.

Parvekekaiteista havaittiin seuraavaa:

- Betonissa havaittiin yksittäisiä halkeamia.
- Näytteissä betoni on tiivistykseltään keskinkertaista.

2.3.3 Raudoituksen korroosio

Kohteella tehdyt havainnot

Tuuletusparvekkeissa ei havaittu merkittäviä näkyviä teräskorroosiovaurioita.

Betonin karbonatisoituminen

RAKENNE / NÄYTEMÄÄRÄ		KARBONATISOITUMISSYVYYS [mm]	
		KESKIARVO / VAIHTELU	MAKSIMI / VAIHTELU
Tuuletusparvekekaide / 7 kpl	ulkopinta	8 / 5...12	13 / 11...17
	sisäpinta	5 / 2...8	9 / 5...13
Tuuletusparvekelaatta / 7 kpl	alapinta	18 / 4...32	23 / 9...35
	yläpinta	7 / 1...25	13 / 4...38

Karbonatisoitumissyvyyksissä ei havaittu merkittäviä eroja eri talojen välillä. Yllä olevassa taulukossa on esitetty yhteenveto kohteen huoneistoparvekkeiden karbonatisoitumissyvyyksistä.

Karbonatisoitumissyvyyksissä on suuria eroja yksittäisten laattanäytteiden välillä.

Parvekelaattojen alapinnoissa karbonatisoituminen on edennyt arviolta normaalia nopeutta. Yläpinnoissa betonin karbonatisoituminen on edennyt tyypillisen hitaasti. Karbonatisoitumissyvyys on ilmoitettu parvekelaatan yläpinnasta alkaen sisältäen polyuretaanipinnoitteen ja mahdolliset laastipaikat.

Parvekekaiteissa karbonatisoituminen on edennyt keskimäärin normaalia hitaammin. Karbonatisoituminen on edennyt ulko- ja sisäpinnoiltaan paikoin syvälle betoniin.

Raudoitteiden suojabetonipaksuudet

RAKENNE		RAUDOITUKSEN BETONIPEITE	
		PÄÄOSIN YLI / OSUUS	OSUUS ALLE 15 mm
Tuuletusparvekekaide	Ulkopinnan teräkset	20 mm / 93 %	1 %
	Sisäpinnan teräkset	15 mm / 97 %	3 %
Tuuletusparvekelaatta	Yläpinnan teräkset	25 mm / 100 %	0 %
	Alapinnan teräkset	15 mm / 98 %	2 %

Taulukossa on esitetty yhteenveto kohteen tuuletusparvekkeiden raudoitteiden suojabetonipaksuuksista. Talojen välillä ei havaittu merkittäviä eroja.

Tuuletusparvekkeiden yläpinnoista saatiin vain vähän peitepaksuusmittauksia, raudoitteiden sijaitessa pääosin syvemmällä kuin peitepaksuusmittarin mittaussyvyys (72mm).

Parvekerakenteiden suojabetonipeitteet ovat hyviä ja täyttävät pääosin rakennusaikaisen määräykset.

Betonin kloridipitoisuus

Tuuletusparvekkeiden betonin kloridipitoisuutta tutkittiin kolmen näytteen (1 laatta ja 1 kaide) avulla. Tulokset alla olevassa taulukossa.

Näytteen tunnus	Rakenne	Näytteen paino [g]	Ammoniumtio-syanaatti [ml]	Kloridipitoisuus [p-%-näytteestä]
MR CL 61	Tuuletusparvekelaatta	4,832	4,82	0,02
MR CL 71	Tuuletusparvekekaide	4,860	4,93	0,01

Tulosten perusteella betonissa ei esiinny betonirakenteiden säilyvyydelle haitallista määrää klorideja. Kaikkien näytteiden kloridipitoisuus oli 0,01 - 0,02 paino-% betonin painosta mitattuna.

Kynnysarvoa vähäisempi määrä klorideja voi kiihdyttää karbonatisoituneessa betonissa olevien raudoitteiden korroosiota.

Kriittisen rajan ylittävä määrä klorideja mahdollistaa korroosion myös karbonisoitumattomassa betonissa sijaitsevilla raudoitteilla ja kiihdyttää karbonatisoituneessa betonissa olevien raudoitteiden korroosiota. (kriittinen raja 0,03-0,07 paino-%).

Arvio huoneistoparvekkeiden korroosiotilasta

Tuuletusparvekkeissa ei ollut havaittavissa merkittäviä näkyviä teräskorroosiovaurioita.

Karbonisoituminen on edennyt parvekerakenteissa normaalia nopeutta. Karbonisoituminen on saavuttanut laskennallisesti arvioiden noin 18 % parvekelaattojen alapintojen raudoitteista, yläpinnan raudoitteita karbonisoituminen ei ole saavuttanut. Parvekekaiteiden osalla karbonisoitumisrintama ei ole saavuttanut merkittävästi raudoitteista.

Ohuthietutkimusten perusteella kolmesta näytteestä kahdessa karbonisoituminen on saavuttanut teräsvyvyyden ja yhdessä näytteessä on korroosiovaurioita. Vaurioita on arviolta korjattu aiemmin laastipaikalla, mutta korroosio on jatkunut.

Tuuletusparvekkeiden betonissa ei esiinny klorideja haitallisessa määrin.

Lähitulevaisuudessa (10 vuotta) karbonisoituminen saavuttaa noin 25 % parvekelaattojen alapintojen raudoitteista. Parvekekaiteiden ja laatan yläpinnan raudoitteiden osalla määrät eivät nouse merkittävästi.

Lähitulevaisuudessa jo olemassa olevat teräskorroosiovauriot etenevät kiihtyvää vauhtia ja rakenteiden pinnoille syntyy lisää näkyviä vaurioita.

2.3.4 Betonin pakkasrapautuminen

Kohteella tehty havainnot

Kohteen tuuletusparvekkeilla ei ollut havaittavissa näkyviä pakkasrapautumiseen viittaavia vaurioita.

Betonin vetolujuus

RAKENNE JA NÄYTE		LUJUUS [MPa]	MURTOTAPA
Tuuletusparveke- laatta	MR 62	1,1	Max. 32 mm raetta myötäillen. Murtokohta 42-57 mm alapinnasta.
	MR 64	1,9	Max. 35 mm raetta myötäillen. Murtokohta 30-52 mm alapinnasta.
	MR 66	1,5	Max. 35 mm raetta myötäillen. Murtokohta 90-110 mm alapinnasta.
	MR 67	2,8	Max. 46 mm raetta myötäillen. Murtokohta 120-134 mm alapinnasta.
	ka.	1,8	
Tuuletusparveke- kaide	MR 72	2,7	Max. 15 mm raetta myötäillen. Murtokohta 65-72 mm ulkopinnasta.
	MR 73	3,5	Max. 15 mm raetta myötäillen. Murtokohta 31-45 mm ulkopinnasta.
	MR 74	2,8	3 mm terästä ja max. 10 mm raetta myö- täillen. Murtokohta 24-40 mm ulkopinnasta.
	MR 76	2,4	4 mm pyöröteräksen ja max. 10 mm ra- keiden pintaa pitkin.
	MR 77	3,6	Max. 10 mm rakeiden pintaa pitkin. Murtokohta 55-65 mm ulkopinnasta.
	ka.	2,5	

Vetolujuuskokeissa ei havaittu merkittäviä lujuuden alentumisia. Parvekelaatasta tehdyissä vetokokeissa kahdessa näytteessä (MR 62 ja MR 66) havaittiin lievää lujuuden alenemista. Murtotapa kaikissa laattanäytteissä on kiviainesrakeiden pintaa pitkin, mikä voi viitata alkavaan pakkasrapautumaan.

Parvekekaiteiden vetolujuuskokeissa ei havaittu lujuuden alentumista, vetolujuuskokeiden tulokset ovat hyviä.

Vetokokeiden tulokset täyttävät pääosin korjausalustalle asetetut yleiset vaatimukset (>1,0 - 1,5 MPa korjaustavasta riippuen).

Ohuthietutkimukset

Huoneistoparvekkeiden betonia tutkittiin ohuthietutkimuksella kolmen näytteen avulla (2 laattaa, 1 kaide). Tutkimuksen perusteella voidaan todeta seuraavaa:

Ohuthietaulukko 3. Tulosityhteenveto tuuletusparvekkeet. Näytemateriaalin laatua ja kuntoa on kuvattu arviolla hyvä, tyydyttävä, välttävä tai heikko. Rapautuneisuutta on kuvattu arviolla ei rapautumaa, orastavaa, vähäistä, kohtalaista tai voimakasta. Kaikkien arvioiden perustana on käytetty ohuthieanalyysistä saatuja tuloksia.

Näyte	Rakenneosapinta	Laatu	Kunto	Karbonatisoituminen [ka]	Pakkaskesto/huokostäytteen	Rapautuneisuus
MR 61	Tuuletusparvekelaa/ alapinta	tyydyttävä	tyydyttävä	26 mm	Ei/Ei haitallisia kiteytymiä	Orastavaa
MR 63	Tuuletusparvekelaa/ alapinta	tyydyttävä	hyvä	11 mm	Ei/Vähän haitallisia kiteytymiä (ettringiitti)	Ei rapautumaa
MR 65	Tuuletusparvekelaa/ alapinta	välttävä	välttävä	20 mm	Ei/Ei haitallisia kiteytymiä	Kohtalaista
MR 71	Tuuletusparvekekaide/ ulkopinta	tyydyttävä	hyvä	6 mm	Ei/Ei haitallisia kiteytymiä	Ei rapautumaa.
MR 75	Tuuletusparvekekaide/ ulkopinta	tyydyttävä	hyvä	6 mm	Ei/Vähän haitallisia kiteytymiä (ettringiitti)	Ei rapautumaa

Tuuletusparvekelaa näytteissä betoni on epätäydellisesti tiivistynyttä. Kahdessa näytteessä kolmesta havaittiin orastavaa tai kohtalaista rapautuneisuutta.

Tuuletusparvekekaiteissa tiivistyminen ja huokoisuus ovat mikrorakenteessa epätasaista ja kiviainestartunnat ovat paikoin heikentyneet. Rapautumisesta ei havaittu viitteitä.

Tuuletusparvekenäytteiden kahdessa näytteessä (MR 63 ja MR 75) havaittiin vähän haitallisia ettringiittikiteytymiä. Kiteytymät voivat huokosia täyttäessään heikentää betonin pakkasenkestävyyttä.

Suojahuokostus on kaikissa näytteissä puutteellinen, eikä betoni ole huokosrakenteensa perusteella pakkasen kestävä kosteusrasituksessa.

Arvio parvekkeiden pakkasvaurioista

Parvekerakenteissa ei havaittu silmämääräisesti pakkasrapautumiseen viittaavia vaurioita

Parvekelaa toissa esiintyy ohuthietutkimuksen mukaan betonin pakkasrapautumisen aiheuttamaa kohtalaista ja orastavaa vaurioitumista. Kaidenäytteissä ei havaittu viitteitä pakkasrapautumaa. Vetokokeiden tulokset ovat pääosin hyviä. Kahdessa laattanäytteessä havaittiin lievää vetolujuuden alenemista. Laattanäytteiden murtotapa (kiviainesraetta myötäillen) voi viitata alkavaan pakkasrapautumaan.

Tuuletusparvekerakenteiden betonia ei voida pitää pakkasenkestävänä kosteusrasituksessa ja lähitulevaisuudessa (10 vuotta) alkavat sekä jo olemassa olevat pakkasvauriot etenevät korjaamattomina kiihtyvää vauhtia.

2.3.5 Vedenpoisto ja kosteustekninen toiminta

Parvekkeiden vedenpoistosta ja kosteusteknisestä toiminnasta voidaan todeta seuraavaa:

- Parvekerakenteiden vedenpoisto on toteutettu ulosheittoputkilla (n. Ø 30 mm) reunasta parvekekaiteen läpi. Laatan yläpinta on kallistettu kohti kaidetta ja etureunassa on ura, joka ohjaa veden vedenputkeen.

- Parvekelaattojen yläpinnassa on vedeneristeenä polyuretaanipinnoite.
- Parvekelaattojen vedenpoiston kallistukset seinäreunasta kohti kaidetta ovat paikoin puutteellisia.
- Vedenpoistourassa kallistukset ovat pääosin pieniä.
- Osalla parvekkeista on tuulen tuomia irtonaisia lehtiä ja havunneulasia, jotka osin tukkivat vedenpoistoputket.
- Vedenpoistoputken halkaisija on pieni ja tehtyjen havaintojen perusteella toimimaton. Tämä mahdollistaa veden lammikoitumisen parvekkeille ja näin ollen nostaa parvekkeiden kosteusrasitusta.
- Parvekerakenteissa on havaittavissa runsaasti merkkejä kosteuden kulkeutumisesta rakenteiden läpi.
- Parvekerakenteiden pinnoilla on runsaasti kasvillisuutta, joka kertoo rakenteiden olevan pitkiäkin aikoja märkinä.
- Parvekelaattojen yläpinnan vedeneriste on paikoin erittäin huonossa kunnossa.
- Parvekkeiden vauriot vaihtelevat eri parvekkeiden välillä.

2.3.6 Saumat ja muodonmuutokset

Kaikki parvekerakenteisiin liittyvät saumat ovat laastisaumoja. Saumausten kunnossa ei ole havaittavissa merkittäviä puutteita tai merkkejä parvekerakenteiden poikkeuksellisista muodonmuutoksista.

Elementtien välillä ei havaittu merkittävää hammastusta. Parvekkeiden sidontaan tai kannatukseen liittyviä vaurioita ei havaittu.

2.3.7 Pinnoitteet ja pintatarvikkeet

Tuuletusparvekkeiden pinnoitteessa havaittiin paikoin vaurioita.

Parvekelaatan yläpinnassa oleva vedeneriste on monin paikoin vaurioitunut. Vedeneristys irtoilee ja kupruilee laajalti läheltä laatan etureunaa. Rakenteessa ei ole enää toimivaa vedeneristystä, vedeneristeen käyttöikä on päättynyt. Parvekelaattojen alapinnoilla havaittiin merkittäviä ja osin laaja-alaisia pinnoitteenaurioita, mitkä viittaavat veden kulkeutumiseen rakenteen lävitse.

Parvekerakenteiden pintoja on osalla parvekkeista sotkettu spraymaalilla.

Parvekekaiteissa maalipinta irtoilee ja on kulunut. Parvekekaiteiden teräsosissa havaittavissa yksittäisiä maalipinnan vaurioita sekä ruostekohtia.

Vauriot vaihtelevat suuresti eri parvekkeiden välillä.

2.3.8 Kiinnitykset, kannatukset ja sidonnat

Rakennusrungon sisään vedettyjä parvekkeita, kannatettu arviolta välipohjalaatasta.

Kenttätutkimuksissa ei havaittu elementtien välistä porrastusta tai elementtien/elementtisaumojen vaurioita, jotka viittaisivat kannatusten tai kiinnitysten heikkenemiseen.

2.4 Muut liittyvät rakenteet

2.4.1 Vesikatto

Vesikattojen tutkiminen ei sisällynyt kuntotutkimukseen. Nelikopterikuvauksen perusteella kaistoista voidaan kuitenkin todeta seuraavaa:

- Meriraumantie 13:sta vesikaton kaadot ja vedenpoisto ovat toimivia.
- Meriraumantie 15 vesikatolla kaadot ovat osin puutteelliset. Eteläpäädyn kattokaivo ei vedä kunnolla ja vesi lammikoituu sen läheisyyteen.
- Meriraumantie 15 länsijulkisivun pohjoispäädystä puuttuu räystäspeltti noin 5 metrin matkalta.

2.4.2 Ikkuna- ja ovirakenteet

Kohteen ikkuna- ja ovirakenteista havaittiin silmämääräisen tutkimisen ja nelikopterikuvauksen perusteella seuraavaa:

- Ikkunoiden pinnoitteessa on likaantumista muttei merkittäviä vaurioita havaittu.
- Ovissa ei havaittu merkittäviä vaurioita.

3 Yhteenveto ja toimenpide-ehdotus

3.1 Turvallisuuden vaikuttavat tekijät

Julkisivuelementtien saumamassasta tehdyissä haitta-ainetutkimuksissa todettiin, ettei saumanäytteet sisällä PCB:tä tai lyijyä yli viranomaisten määrittelemän raja-arvon (PCB 50 mg/kg, PB 750 mg/kg).

Kohteen julkisivuelementeistä otetussa (8 kpl) pinnoitteen asbestianalyyseissä todettiin, etteivät pinnoitteet sisällä asbestia.

3.2 Julkisivuelementit

Julkisivuelementeissä havaittiin yksittäisiä pinnoitteen vaurioita. Karbonatisoituminen on julkisivujen ruutu- ja umpielementtien osalla edennyt keskimääräistä hitaammin, umpielementeissä karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnoilla melko hitaasti ja sisäpinnoilla tyypillisen nopeasti. Karbonatisoituminen on saavuttanut laskennallisesti arvioiden vain vähän julkisivujen ulko- ja sisäpintojen raudoitteista.

Kohteen julkisivujen elementtipinnoissa ei havaittu pakkasrapautumiseen viittaavaa vaurioitumista. Vetolujuuskokeissa ei ollut selviä merkkejä lujuuden alentumisesta, vaan vetokokeen tulokset olivat suurelta osin hyviä. Ohuthietutkimuksessa ei havaittu merkittävää pakkasrapautumisesta johtuvaa vaurioitumista. Julkisivuelementtien betonia ei voida pitää pakkasenkestävänä kosteusrasituksessa.

Kohteen julkisivuelementtien uusitut saumat ovat tiiviit ja hyväkuntoiset. Vanhoissa saumoissa havaittiin paikoin halkeilua ja yksittäisiä epätiivelyskohtia.

Julkisivuihin liittyen voidaan esittää vaihtoehtoisia korjausmenetelmiä. Julkisivujen vaurioituminen on ollut vielä vähäistä, mutta vaurioituminen on jo alkanut ja lähitulevaisuudessa vauriot etenevät. Korjausten päätarkoituksena on jo olemassa olevien vaurioiden korjaus sekä julkisivujen kosteusrasituksen alentaminen.

Julkisivuille esitetään ensisijaisesti elementtien kosteusrasituksen alentamista uusimalla loput vanhoista elementtisaumoista ja paikkakorjaamalla vauriokohdat. Elementtisaumojen uusinta tulisi suorittaa loppuun mahdollisimman nopeasti. Paikkauskorjaukset ja huoltomaalaus on suositeltavaa tehdä 1-3 vuoden kuluessa.

Vaihtoehtoisesti on mahdollista käyttää julkisivuelementit teknisen käyttöikänsä loppuun ja tehdä julkisivulle verhoava korjaus ja lisälämmöneristys noin 5-10 vuoden kuluttua.

Julkisivuihin liittyen esitetään ensisijaisesti seuraavia korjaustoimenpiteitä:

Vaihtoehto 1)

”Julkisivujen paikkauskorjaus ja huoltomaalaus 1-3 vuoden kuluessa”

- Yksittäisten vauriokohtien paikkauskorjaus.
- Julkisivujen pesu ja huoltomaalaus.
- Vanhat julkisivusaumat uusitaan.
- Havaittujen yksittäisten puutteiden korjaaminen (räystäspellit)

Saumauskorjaus tulisi suorittaa mahdollisimman pian ja paikkauskorjaukset tulisi suorittaa 2-3 vuoden kuluessa.

Tällä korjauksella saadaan julkisivuille lisää käyttöikää noin 10 – 15 vuotta.

Vaihtoehto 2)

”Julkisivujen verhoava korjaus noin 5-10 vuoden kuluttua”

- Nykyiset vauriot jätetään korjaamatta.
- Asennetaan julkisivuihin lisälämmöneristys ja uusi verhoilu.

Peittävä korjaus tulee ajankohtaiseksi noin 5-10 vuoden kuluttua. Korjaus voidaan toteuttaa esim. eristerappauksella tai julkisivujen levyverhouksella. Korjauksen tarkoituksena on peittää vanha julkisivu uudella verhousrakenteella, jolloin vanha rakenne kuivuu ja lämpenee hidastaen mahdollista vaurioitumista merkittävästi.

Tässä vaihtoehdossa on kuitenkin huomioitava, että käyttöiän lopun lähetessä elementtien ulkokuorista tulee irtoamaan betonin palasia. Tämä aiheuttaa niin esteettistä kuin turvallisuushaittaakin. Tämän takia elementtien vauriutilannetta tulee seurata säännöllisesti.

Tämän korjauksen käyttöikä on noin 30-40 vuotta valittavasta verhousmateriaalista riippuen.

Lopullinen korjaustapa tulee valita korjaussuunnittelun yhteydessä ja se voi myös olla edellä esitettyjen korjausvaihtoehtojen yhdistelmä.

3.3 Huoneistoparvekkeet

Huoneistoparvekkeiden kunto vaihtelee eri parvekkeiden välillä. Parvekkeissa havaittiin yksittäisiä teräskorroosiovaurioita. Pakkasrapautumasta ei ollut silmämääräisten havaintojen perusteella viitteitä. Parvekkeet altistuvat korkealle kosteusrasitukselle, joka mahdollistaa sekä korroosiovauriot että rapautuman.

Karbonatisoituminen on edennyt parvekerakenteissa arviolta normaalia nopeutta. Karbonatisoitumisrintama on saavuttanut laskennallisesti arvioiden vain vähän parvekerakenteiden raudoitteista.

Parvekelaatoissa ei ohuthietutkimuksen mukaan esiinny betonin pakkasrapautumisen aiheuttamaa vaurioitumista. Vetokokeiden tulokset ovat pääosin hyviä. Parvekelaattojen ja -kaiteiden betonia ei voida pitää pakkasenkestävänä kosteusrasituksessa ja lähitulevaisuudessa (10 vuotta) rakenteisiin syntyvät rapautumavauriot etenevät korjaamattomina kiihtyvällä nopeudella.

Huoneistoparvekkeiden vedenpoistossa ja kosteusteknisessä toimivuudessa havaittiin puutteita. Huoneistoparvekkeiden pinnoitteessa havaittiin vaurioitumista. Parvekelaatan yläpinnassa oleva vedeneriste on paikoin kulunut ja huonokuntoinen. Tulevissa korjauksissa on parvekkeiden vedenpoistoa parannettava ja näin alennettava niihin kohdistuvaa kosteusrasitusta.

Parvekkeille esitetään ensisijaisesti niiden kosteusrasituksen alentamista ja nykyisten vaurioiden korjaamista. Korjaukset tulisi suorittaa 3-5 vuoden kuluessa.

Parvekkeisiin liittyen esitetään ensisijaisesti seuraavia korjaustoimenpiteitä:

Vaihtoehto 1)

”Parvekkeiden perusteellinen pinnoitus- ja paikkauskorjaus seuraavan 3-5 vuoden kuluessa”

- Betonipintojen hiekkapuhallus. Vaurioituneen vedeneristeen poisto (esim. jyrsäntä).
- Parvekkeen nykyiset vauriot korjataan laastipaikkaus- tai valukorjausmenetelmin.
- Pinnoitteet uusitaan.
- Parvekelaatan yläpintaan asennetaan uusi erillinen vedeneriste.
- Parvekkeiden sisäpuolinen vedenpoisto.

Korjauksessa voidaan vaihtoehtoisesti uusia parvekekaiteet kevytrakenteisena. Parvekkeiden perusteellisella pinnoitus- ja paikkauskorjauksilla/ osittaisilla uusimisilla saadaan parvekkeille 15-25 vuotta lisää käyttöikää.

Vaihtoehto 2)

”Parvekerakenteiden uusiminen noin 15 vuoden kuluttua”

- Parvekerakenteiden purku
- Uusien parvekerakenteiden rakentaminen

Rakenteiden käyttöiän lähestyessä loppuaan korroosio- ja rapautumavauriot voivat irrottaa rakenteista betoninkappaleita. Tämä voi aiheuttaa turvallisuusriskin ja esteettistä haittaa.

Huoneistoparvekkeiden uusimisen yhteydessä voidaan korjata kerralla kaikki parvekkeisiin liittyvät tekniset puutteet ja toimimattomuusongelmat. Lisäksi uusien parvekkeiden rakentaminen

mahdollistaa korjauksen pitkän käyttöiän (jopa 50 vuotta). Huoneistoparvekkeet on suositeltavaa uusida noin 15 vuoden kuluessa.

3.4 Tuuletusparvekkeet

Tuuletusparvekkeiden kunto vaihtelee eri parvekkeiden välillä. Parvekkeissa ei silmämääräisesti ole havaittavissa pakkasrapautumisen aiheuttamia vaurioita eikä korroosiovaurioita. Parvekkeet altistuvat korkealle kosteusrasitukselle, joka mahdollistaa sekä korroosiovauriot että rapautuman.

Karbonatisoituminen on edennyt parvekerakenteissa normaalia nopeutta. Karbonatisoituminen on saavuttanut 18 % parvekelaattojen alapintojen raudoitteista, yläpinnan raudoitteita karbonatisoituminen ei ole saavuttanut. Parvekekaiteiden osalla karbonatisoitumisrintama ei ole saavuttanut raudoitteista.

Parvekelaatoissa esiintyy ohuthietutkimuksen mukaan betonin pakkasrapautumisen aiheuttamaa kohtalaista ja orastavaa vaurioitumista. Vetokokeiden tulokset ovat pääosin hyviä. Kahdessa laattanäytteessä havaittiin lievää lujuuden alentumista. Murtotapa kaikissa laattanäytteissä on kiviainesrakeiden pintaa pitkin, mikä voi viitata alkavaan pakkasrapautumaan. Parvekerakenteidenbetonia ei voida pitää pakkasenkestävänä kosteusrasituksessa ja lähitulevaisuudessa (10 vuotta) jo olemassa olevat pakkasvauriot etenevät korjaamattomina kiihtyvää vauhtia.

Tuuletusparvekkeiden vedenpoistossa ja kosteusteknisessä toimivuudessa havaittiin puutteita. Rakenteessa ei ole enää toimivaa vedeneristystä, vedeneristeen käyttöikä on päättynyt. Tuuletusparvekkeiden pinnoitteessa havaittiin vaurioitumista. Tulevissa korjauksissa on parvekkeiden vedenpoistoa parannettava ja alentaa niihin kohdistuvaa kosteusrasitusta.

Parvekkeille esitetään ensisijaisesti niiden kosteusrasituksen alentamista ja nykyisten vaurioiden korjaamista 1-2 vuoden kuluessa.

Parvekkeisiin liittyen esitetään ensisijaisesti seuraavia korjaustoimenpiteitä:

Vaihtoehto 1)

”Parvekkeiden perusteellinen pinnoitus- ja paikkauskorjaus sekä parvekekatosten rakentaminen seuraavan 1-2 vuoden kuluessa”

- Betonipintojen suihkupuhdistus.
- Parvekkeen nykyiset vauriot korjataan laastipaikkaus- tai valukorjausmenetelmin.
- Pinnoitteet uusitaan.
- Parvekelaatan yläpintaan asennetaan uusi erillinen vedeneriste.
- Vedenpoisto muutetaan sisäpuoliseksi.
- Parvekekatosten rakentaminen Meriraumantie 15

Parvekkeiden perusteellisella pinnoitus- ja paikkauskorjauksilla/ osittaisilla uusimisilla saadaan parvekkeille 15-25 vuotta lisää käyttöikää.

Vaihtoehto 2)

”Parvekkeiden uusiminen sekä parvekekatosten rakentaminen seuraavan 5 vuoden kuluessa”

- Nykyiset parvekerakenteet puretaan.
- Rakennetaan uudet parvekkeet.
- Rakennetaan parvekekatokset.

Rakenteiden käyttöiän lähestyessä loppuaan korroosio- ja rapautumavauriot voivat irrottaa rakenteista betoninkappaleita. Tämä voi aiheuttaa turvallisuusriskin ja esteettistä haittaa.

Tuuletusparvekkeiden uusimisen yhteydessä voidaan korjata kerralla kaikki parvekkeisiin liittyvät tekniset puutteet ja toimimattomuusongelmat. Lisäksi uusien parvekkeiden rakentaminen mahdollistaa korjauksen pitkän käyttöiän (jopa 50 vuotta). Tuuletusparvekkeet on suositeltavaa uusia noin 5 vuoden kuluessa.

3.5 Korjaustoimenpiteiden kustannusarvio

Rakenteille tehtäville korjauksille esitetään alustavat kustannukset, jotka on laskettu kertaluokkahintoina budjetointia varten, eikä niitä voi sellaisenaan käyttää esim. urakkatarjousten arvioimiseen. Hinnat sisältävät alv:n 24 %, mutta eivät sisällä rakennuttajan kuluja.

Julkisivukorjaukset:

Vaihtoehto 1	120.000 €
- yksittäisten vauriokohtien paikkauskorjaus	
- räystäspellin uusinta	
- julkisivujen pesu ja huoltomaalaus	

2016 aloitettu julkisivujen saumauskorjaus on vielä kesken eikä jäljellä olevia uusittavia saumoja ole laskettu mukaan tähän kustannusarvioon.

Vaihtoehto 2	780.000 €
- julkisivuelementtien lisälämmöneristys ja verhoava korjaus	

Huoneistoparvekekorjaukset:

Vaihtoehto 1	320.000 €
- perusteellinen pinnoitus- ja paikkauskorjaus.	
kaiteiden uusiminen kevytrakenteisena	110.000 €
parvekelasit kaikkiin parvekkeisiin	130.000 €

Vaihtoehto 2	920.000 €
- parvekkeiden uusiminen	

Tuuletusparvekekorjaukset:

Vaihtoehto 1	80.000 €
- perusteellinen pinnoitus- ja paikkauskorjaus sekä parvekekatosten rakentaminen.	

Vaihtoehto 2	160.000 €
- parvekkeiden uusiminen	

3.6 Suositeltavat jatkotutkimukset ja kiireelliset toimenpiteet

Suosittelavat jatkotutkimustoimenpiteet:

- Vauriutilanteen säännöllinen seuraaminen julkisivujen ja parvekkeiden sekä kohteen betonirakenteiden osalta.

Tampereella 10.2.2017

A-Insinöörit Suunnittelu Oy



Ins. opp. Mika Kalliomäki



RI (AMK) Arttu Lehtonen